

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-206409

(43)Date of publication of application : 28.07.2000

(51)Int.Cl.

G02B 15/20

G02B 7/10

G02B 13/18

(21)Application number : 11-002732

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 08.01.1999

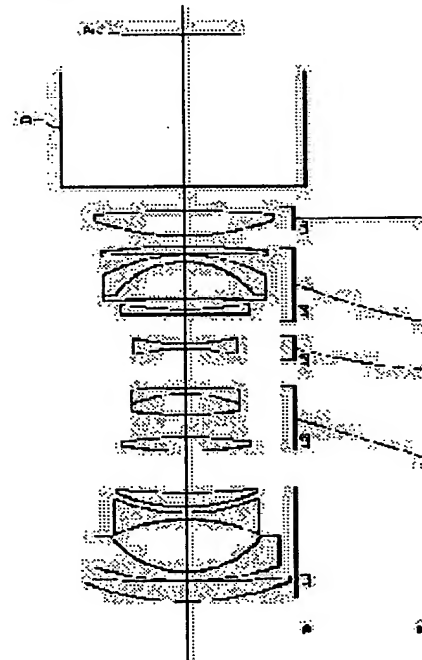
(72)Inventor : SUGAWARA SABURO

(54) ZOOM LENS AND PROJECTION DEVICE HAVING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a telecentric and compact zoom lens whose back focus is long while obtaining satisfactory optical performance.

SOLUTION: This zoom lens is provided with a 1st lens group L1, having negative refractive power, a 2nd lens group L2 having positive refractive power, a 3rd lens group L3 having negative refractive power, a 4th lens group L4 having positive refractive power and a 5th lens group L5 having positive refractive power in turn from a large conjugate side. Then, when a variable power action is executed to a telephoto end from a wide angle end, the groups L2 and L4 are moved to the large conjugate side. Also it is provided with at least one aspherical-surface lens. Then, when the distance to a small conjugate surface from the pupil of a short conjugate side at the wide angle end when the conjugate length of a long conjugate side is infinity is defined as (tkw), and the focal distance of a whole system at the wide angle end is defined as (fw), the conditional expression of $\left| \frac{tkw}{fw} \right| > 4$ is satisfied.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-206409

(P2000-206409A)

(43)公開日 平成12年7月28日(2000.7.28)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
G 0 2 B	15/20	G 0 2 B	15/20
	7/10		7/10
	13/18		13/18
			Z
			2 H 0 4 4
			2 H 0 8 7
			9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 23 頁)

(21)出願番号 特願平11-2732

(22)出願日 平成11年1月8日(1999.1.8)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 菅原 三郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74)代理人 100090538

弁理士 西山 恵三 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを有するプロジェクション装置

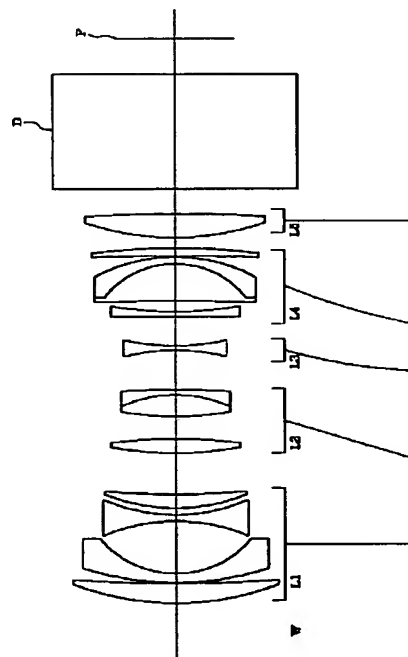
(57)【要約】

【課題】 良好な光学性能を得つつ、テレセントリックでバックフォーカスが長くしかも小型のズームレンズを実現すること。

【解決手段】 大きな共役側から順に、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5を有し、広角端から望遠端への変倍に際し、第2レンズ群L2と第4レンズ群L4を大きな共役側に移動させるズームレンズであって、少なくとも1つの非球面レンズを有すると共に、長い共役側の共役長が無限遠のときの広角端における短い共役側の瞳から小さな共役面までの距離を t_{kw} 、広角端における全系の焦点距離を f_w とすると、

$$|t_{kw}/f_w| > 4$$

なる条件式を満足する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 長い共役側から順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群を有し、広角端から望遠端への変倍に際し、前記第2レンズ群と第4レンズ群を長い共役側に移動させるズームレンズであって、少なくとも1つの非球面レンズを有すると共に、長い共役側の共役長が無限遠のときの広角端における短い共役側の瞳から短い共役面までの距離を t_{kw} 、広角端における全系の焦点距離を f_w とすると、

$$|t_{kw}/f_w| > 4$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 前記第1レンズ群が、非球面レンズを有することを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

【請求項3】 前記第5レンズ群が、非球面レンズを有することを特徴とする請求項1、2記載のズームレンズ。

【請求項4】 前記第5レンズ群は、少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズを有することを特徴とする請求項1乃至3記載のズームレンズ。

【請求項5】 広角端から望遠端への変倍に際し、前記第2レンズ群と第3レンズ群の間隔は増大し、前記第3レンズ群と第4レンズ群の間隔は減少することを特徴とする請求項1乃至4記載のズームレンズ。

【請求項6】 広角端から望遠端への変倍に際し、前記第1レンズ群と第2レンズ群の間隔は減少し、前記第4レンズと第5レンズ群の間隔は増大することを特徴とする請求項5記載のズームレンズ。

【請求項7】 前記第2レンズ群は少なくとも2枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズを有し、前記第3レンズ群は少なくとも1枚の負レンズを有することを特徴とする請求項1乃至6記載のズームレンズ。

【請求項8】 広角端の全系の焦点距離を f_w 、望遠端の全系の焦点距離を f_t 、第1レンズ群の焦点距離を f_1 、第2レンズ群の焦点距離を f_2 とすると、

$$0.8 < |f_1|/f_2 < 2$$

$$0.5 < |f_2/\sqrt{(f_w \times f_t)}| < 1.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至7記載のズームレンズ。

【請求項9】 望遠端における前記第3レンズ群の位置は、広角端における前記第3レンズ群の位置に比べて長い共役側にあることを特徴とする請求項1乃至8記載のズームレンズ。

【請求項10】 変倍に際し、前記第1レンズ群は固定されていることを特徴とする請求項1乃至9記載のズームレンズ。

【請求項11】 前記第1レンズ群は、最も長い共役側に正レンズを有することを特徴とする請求項1乃至10記載のズームレンズ。

【請求項12】 前記第1レンズ群は、長い共役側から順に、短い共役側に比べて大きな共役側に強いパワーを持つ正レンズ、長い共役側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凹レンズ、正レンズより構成されることを特徴とする請求項11記載のズームレンズ。

【請求項13】 前記第1レンズ群は、長い共役側から順に、長い共役側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凹レンズ、正レンズより構成され、該負メニスカスレンズの少なくとも一方の面が非球面であることを特徴とする請求項1乃至10記載のズームレンズ。

【請求項14】 前記第5レンズ群は、1枚の正レンズより構成されると共に、該正レンズの大きな共役側のレンズ面の曲率半径を R_{5f} 、該正レンズの短い共役側のレンズ面の曲率半径を R_{5r} とすると、

【外1】

$$1 < \left| \frac{R_{5r}}{R_{5f}} \right|$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至13記載のズームレンズ。

【請求項15】 請求項1乃至14記載のズームレンズを有することを特徴とする光学機器。

【請求項16】 原画を表示する表示手段と、該原画をスクリーンに投射するための投射レンズを有し、該投射レンズが請求項1乃至14記載のズームレンズによって構成されていることを特徴とするプロジェクション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はズームレンズに関するものであり、特に有限距離に固定された原画をスクリーンに拡大投射するプロジェクション装置の投射レンズに好適なズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】負の屈折力のレンズ群が先行するネガティブリード型のズームレンズは、比較的広面角化が容易であり、近接撮影距離においても光学性能が維持できる等の特長を有している。しかしその反面、変倍時に移動するレンズ群の移動量が増大したり、高変倍化が難しい等の欠点を有している。

【0003】これらの欠点を改善し、レンズ系全体の小型化及び高変倍化を図ったズームレンズが、例えば特公昭49-23912号公報、特開昭53-34539号公報、特開昭57-163213号公報、特開昭58-4113号公報、特開昭63-241511号公報、そして特開平2-201310号公報等で提案されている。

【0004】これらの各公報では、ズームレンズを物体側より順に負、正、負、そして正の屈折力の4つのレンズ群より構成し、このうち所定のレンズ群を適切に移動させて変倍を行っている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、表示画像をスクリーンに拡大投射する投射装置の投射レンズには、特に色光毎に複数の液晶表示体を用い、液晶表示体に表示された各色光の画像を合成して1本の投射レンズにて投射する装置の投射レンズには、以下の条件が求められる。

【0006】(1) 液晶の配光特性、または複数の色光を合成する時の色合成ダイクロミックミラーの角度依存の影響を排除する為に、表示画像側（原画側、短い共役側）から見た瞳が遠方にある所謂テレセントリック光学系であること。

【0007】(2) 表示体と投射レンズの間に介在する色合成素子のスペースを確保する為に、バックフォーカスが長いこと。

【0008】(3) 一般に表示画像は上方投射されるために、投射レンズ光軸に対し、表示体はその中心位置がシフトした状態で用いられ、結果として、前玉付近は使用する有効領域が光軸対称ではなく、上方に偏ることになる。したがって、前玉径が大きくなるので何らかの改善が必要であること。

【0009】このような要求事項に対し、前述の従来例のズームレンズでは、短い共役側から見た瞳位置が比較的近い有限距離にあり、またバックフォーカスも十分に長いとは言い難い。

【0010】更に、図21(a)に示すように2台の液晶プロジェクターA、Bを使用して重ね合わせ投影（スタック投影）を行うことを想定した場合に、従来例のズームレンズを投射レンズとして用いると広角端での歪曲収差が比較的大きいため、液晶プロジェクターAのスクリーンS上の投影像Aは図21(b)に実線で示すごとく紙面左側ほど糸巻き型の歪みが大きくなり、同様に液晶プロジェクターBのスクリーンS上の投影像Bは図21(b)に点線で示すごとく紙面右側ほど糸巻き型の歪みが大きくなる。したがって、各々の液晶プロジェクターで投影像の位置や大きさを細かく調整しても、2つの投影像の画素ズレが大きく残ってしまい、明るさは向上するものの解像感のない見づらい投影像しか得られないという問題があった。

【0011】本発明は、良好な光学性能を得つつ、短い共役側にテレセントリックで、バックフォーカスが長く、しかも小型のズームレンズを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するため、本発明のズームレンズは、長い共役側から順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群を有し、広角端から望遠端への変倍に際し、前記第2レンズ群と第4レンズ群を

長い共役側に移動させるズームレンズであって、少なくとも1つの非球面レンズを有すると共に、長い共役側の共役長が無遠のときの広角端における短い共役側の瞳から短い共役側までの距離を t_{kw} 、広角端における全系の焦点距離を f_w とすると、

$$|t_{kw}/f_w| > 4$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施形態についての説明を行う。

【0014】（実施形態1）図1は後述の数値実施例1にデータを示す実施形態1のズームレンズのレンズ断面図である。本実施形態のズームレンズは、不図示のスクリーン側（長い共役側、図中左側）から順に、負の屈折力の第1レンズ群L1、正の屈折力の第2レンズ群L2、負の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4、正の屈折力の第5レンズ群L5を備え、広角端から望遠端への変倍（ズーミング）に際し、第1レンズ群L1と第5レンズ群L2は固定であり、第2レンズ群L2と第4レンズ群L4をスクリーン側へ移動させると共に、第3レンズ群L3もスクリーン側に単調に移動させるものである。図中、Dはクロスダイクロプリズム等に相当するガラスブロック、Pは画像が表示される液晶パネル（短い共役面）である。

【0015】本実施形態において、第1レンズ群L1は、スクリーン側から順に、液晶パネルP側に比してスクリーン側に強いパワーを持つ正レンズ、スクリーン側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凹レンズ、正レンズより構成され、負メニスカスレンズはスクリーン側の面が非球面となっている非球面レンズである。

【0016】第1レンズ群L1の最もスクリーン側に正レンズを配置するのは、歪曲収差を補正するためであり、特にその正レンズのスクリーン側に強いパワーを持たせるのは高次の歪曲収差の発生を小さく抑えるためである。第1レンズ群L1のスクリーン側から2番目に負メニスカスレンズを配置するのは、軸外光線の屈折をほぼ均等に各面に分散させコマ収差の発生を小さく抑えるためであり、スクリーン側の面に非球面を用いるのは歪曲収差を小さくするためである。また軸外光線の高さの低い第1レンズ群L1の最も液晶パネルP側で色収差補正を行うことにより、高次の倍率色収差の発生を小さく抑えている。

【0017】第2レンズ群L2は、球面収差と軸上色収差を良好に補正するため、スクリーン側から順に、両凸レンズ、両凸レンズと負レンズを接合した接合レンズより構成されている。第3レンズ群L3は、第3群の移動による色収差の変動を小さくするため、アッペ数の大きな1枚の両凹レンズより構成されている。第4レンズ群L4は主に軸外光束のコマ収差や倍率色収差を補正するために、スクリーン側から順に、液晶パネルP側に強い

パワーを持つ負レンズ、液晶パネルP側に強いパワーを持つ正レンズ、液晶パネルP側に凸の負メニスカスレンズ、液晶パネルP側に強いパワーを持つ正レンズより構成されている。第5レンズ群L5は、液晶パネルP側から見た瞳（入射瞳）を遠ざけるためと、像面湾曲および歪曲収差の補正のために、スクリーン側に強いパワーを持つ1枚の正レンズより構成されている。

【0018】このような構成により、良好な光学性能を得つつ、短い共役側にテレセントリックで、バックフォーカスが長く、しかも小型のズームレンズを実現している。特に本実施形態では、第1レンズ群の最もスクリーン側に正レンズを配置すると共に、スクリーン側から2番目の負メニスカスレンズに非球面を用いることで、歪曲収差の発生を極めて小さく抑えている。

【0019】（実施形態2）図2は後述の数値実施例2にデータを示す実施形態2のズームレンズのレンズ断面図である。本実施形態のズームレンズは、実施形態1のズームレンズと似た構成であるが、広角端の焦点距離をより短縮して投射距離（スクリーンまでの距離）の短縮化を実現している。

【0020】（実施形態3）図3は後述の数値実施例3にデータを示す実施形態3のズームレンズのレンズ断面図である。本実施形態は、実施形態2に対し、第1、第4および第5レンズ群のレンズ構成が異なる実施形態である。

【0021】本実施形態の第1レンズ群L1は、スクリーン側から順に、スクリーン側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凹レンズ、スクリーン側に凸面を向けた正メニスカスレンズより構成され、負メニスカスレンズはスクリーン側の面が非球面となっている非球面レンズである。第4レンズ群L4は、スクリーン側から順に、液晶パネルP側に比してスクリーン側に強いパワーを持つ負レンズ、スクリーン側に比して液晶パネルP側に強いパワーを持つ正レンズ、液晶パネルP側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、スクリーン側に比して液晶パネルP側に強いパワーを持つ正レンズより構成される。第5レンズ群L5は、液晶パネルP側の面に非球面を有した正レンズより構成される。

【0022】軸外光線の高さが高い第1レンズ群L1と第5レンズ群L5に非球面を用いることにより、極めて小さい歪曲収差を実現している。

【0023】（実施形態4）図4は、後述の数値実施例4にデータを示す実施形態4のズームレンズのレンズ断面図である。本実施形態のズームレンズは、実施形態3のズームレンズと似た構成であるが、数値データは異なる。

【0024】（実施形態5）図5は、後述の数値実施例5にデータを示す実施形態5のズームレンズのレンズ断面図である。本実施形態のズームレンズは、実施形態4の第5レンズ群を1枚の正レンズと1枚の負レンズに置

き換えた実施形態で、第5レンズ群を2枚構成とすることで、第5レンズ群に非球面レンズを用いることなく、実施形態4と同様の効果を実現している。

【0025】次に各実施形態の特徴について説明する。

【0026】（a）液晶パネルP（表示画像）に最も近い第5レンズ群L5に比較的強い正の屈折力を与えることにより、テレセントリックな系を実現している。特に実施形態1～4では、第5レンズ群L5をスクリーン側に強い凸面を向けた正レンズ1枚のみで構成することにより、像面湾曲及び歪曲の補正と構成の簡易化の両立を達成している。

【0027】（b）第2レンズ群L2、第3レンズ群L3、第4レンズ群L4を移動させて変倍を行うことにより、各群の移動量を少なくして全長の短縮化を図ると共に、スクリーン側から見た瞳位置から前玉までの距離を短くし、軸外斜光束で決まる前玉径の小型化を可能としている。

【0028】（c）第1レンズ群L1が負の屈折力を有することで、全体としてレトロフォーカスの構成となり、クロスダイクロプリズム等の色合成素子のスペースのために長いバックフォーカスを確保している。

【0029】（d）各群の屈折力を適切に配置し、第1レンズ群L1をズーム中固定とすることで、第1レンズ群L1に対する軸外斜光束の入射位置の変倍に伴う変動を減らし、構成の簡易化と共に全長が一定のレンズ系を実現している。

【0030】（e）実施形態1、2においては、第1レンズ群L1の最もスクリーン側に液晶パネル側に比べてスクリーン側に強いパワーを持つ正レンズと、スクリーン側から2番目に少なくとも1面の非球面を有するスクリーン側に凸面を向けた負メニスカスレンズを配置し、広角端での歪曲の低減化を図っている。

【0031】実施形態3、4においては、スクリーン側に非球面を有しスクリーン側に凸面を向けた負メニスカスレンズを第1レンズ群L1の最もスクリーン側に配置し、少なくとも1枚の非球面レンズを第5レンズ群L5に配置し、広角端での歪曲の低減化を図っている。

【0032】実施形態5においては、スクリーン側に非球面を有しスクリーン側に凸面を向けた負メニスカスレンズを第1レンズ群L1の最もスクリーン側に配置し、少なくとも1枚の正レンズと少なくとも1枚の負レンズを第5レンズ群に配置し、広角端での歪曲の低減化を図っている。

【0033】（f）広角端、望遠端の全系の焦点距離をそれぞれ f_w 、 f_t 、第1レンズ群L1の焦点距離を f_1 、第2レンズ群L2の焦点距離を f_2 、第3レンズ群L3の焦点距離を f_3 、第4レンズ群L4の焦点距離を f_4 、第5レンズ群L5の焦点距離を f_5 、広角端におけるスクリーン側（長い共役側）の共役長が無限遠のときの液晶パネルP側（短い共役側）から見た瞳と液晶パ

ネルPとの距離を t_{kw} とすると、

$$|t_{kw}/f_w| > 4 \quad (1)$$

$$0.8 < |f_1|/f_2 < 2 \quad (2)$$

$$0.5 < f_2/\sqrt{(f_w \times f_t)} < 1.5 \quad (3)$$

なる条件式を満足している。

【0034】(1)式は液晶パネルP側から見た瞳と液晶パネルPとの距離と、全系の広角端の焦点距離の比について限定したもので、条件式を超える範囲では瞳の位置が液晶パネルPに近すぎて、表示画像における軸外主光線の角度が大きくなり、投射レンズと液晶パネルPの間に配置されるクロスダイクロリズム等の色合成素子への入射角度が液晶パネルPの周辺で大きく異なってしまうためスクリーン上で色ムラが発生するので良くない。

【0035】(2)式は主変倍群である第2レンズ群L2と第1レンズ群L1の関係を適切に規定したものである。

$$0.9 < |f_1|/f_w < 2$$

なる条件式を満足している。

【0038】(4)式の下限値を逸脱すると第1レンズ群L1のパワーが強くなり過ぎるため像面湾曲がオーバーになり、上限値を超えると第1レンズ群L1のパワーが弱くなり過ぎるため像面湾曲がアンダーになり好ましくない。

$$0.9 < Z_2/Z < 1.1$$

$$0.5 < M_2/M_4 < 1.9$$

$$0.5 < M_2/(f_t - f_w) < 1.5$$

なる条件式を満足している。

【0040】(5)式は変倍群となる第2レンズ群L2と第4レンズ群L4での変倍の比を適切に規定するものである。第3レンズ群L3は変倍に際し減倍するためこの範囲にあるのが好ましい。

【0041】(6)、(7)式はレンズ全体の長さ及各変倍群の移動量を適切にするものである。特に第2レン★

$$0.15 < f_2/f_4 < 0.9$$

なる条件式を満足している。

【0043】(6)、(8)式は、主変倍群のパワー配置と変倍を適切にしながらベッツパル和を適当に設定☆

$$0.3 < b_f/f_5 < 0.6$$

$$0.9 < |f_1|/b_f < 2.2$$

なる条件式を満足して、全系の液晶パネルP側から見た瞳位置と歪曲を適当に設定している。バックフォーカス b_f とは、第5レンズ群L5から液晶パネルPまでの距離(空気換算長)である。式(9)は全系を適切にテレセントリックにするために必要な条件である。式(9)の上限値を超えると大型化し、下限値を超えると歪曲が◆

$$1.0 < |f_1|/\sqrt{(f_w \times f_t)} < 1.7 \quad (11)$$

$$0.6 < |f_3|/\sqrt{(f_w \times f_t)} < 2.0 \quad (12)$$

$$1.1 < f_4/\sqrt{(f_w \times f_t)} < 3.5 \quad (13)$$

$$1.5 < f_5/\sqrt{(f_w \times f_t)} < 3.0 \quad (14)$$

なる条件式を満足している。

【0046】また、ズームングにおける倍率色収差を低

＊る。(2)式の下限値を逸脱すると、第1レンズ群L1で決まる前玉径が大きくなり、また広角端での歪曲収差が大きくなり適当でない。一方上限値を逸脱すると所望の変倍比を得るために第2レンズ群L2の移動量を大きくする必要があり全系が大型化し適当でない。

【0036】(3)式は主変倍群のパワーを適切にするもので、下限値を超えるとアンダーの像面湾曲が発生し適当でない。一方、上限値を超えると所望の変倍比を得るために第2レンズ群L2の移動量を大きくする必要があり全系が大型化し適当でない。

【0037】また、像面湾曲を適正に補正するために、

$$(4)$$

※【0039】また、主変倍群である第2レンズ群L2の倍率の変倍に伴う変化 $\beta_2 t/\beta_2 w$ を Z_2 、全系の焦点距離の変化 f_t/f_w を Z とし、変倍群となる第2レンズ群L2と第4レンズ群L4のズームングでの移動量(広角端位置と望遠端位置の差)をそれぞれ M_2 、 M_4 とすると、

$$(5)$$

$$(6)$$

$$(7)$$

★ズ群L2と第4レンズ群L4とでは第4レンズ群L4の方がパワーが弱くなりがちであるので、適切な変倍分担をするにはこの範囲が好ましい。

【0042】上述したように第2レンズ群L2と第4レンズ群L4とでは第4レンズ群L4の方がパワーが弱くなりがちであるので、

$$(8)$$

☆するのに必要な条件である。

【0044】また、バックフォーカスを b_f とすると、

$$(9)$$

$$(10)$$

◆発生する。式(10)も歪曲を適切にとりながら、液晶パネルP側から見た瞳までの距離を長くし、テレセントリックにするための条件である。

【0045】また、各群のパワー配置を適切にしつつ、各群の移動量を適切にして、小型化を図るため、

減しつつその変動も抑えるために、第3レンズ群L3を、そのアップ数 ν_3 が以下の範囲の負レンズで構成し

ている。

* * [0047]

$$\nu 3 > 3.5$$

(15)

式(15)は更に

$$\nu 3 > 4.0$$

(15a)

であることが好ましい。

※数 $\nu 1n$ は以下の条件式を満足している。

【0048】また、高次の倍率色収差を小さくするために、第1レンズ群L1を構成する負レンズの平均アッペ※

【0049】

$$\nu 1n > 5.5$$

(16)

歪曲収差を良好に補正するために、第5レンズ群L5は1枚の正レンズより構成すると共に、以下の条件式を満足している。

★【0050】

10 【外2】

★

$$1 < \left| \frac{R5r}{R5f} \right|$$

(17)

ここで R5f：第5レンズ群のスクリーン側のレンズ面の曲率半径

☆また、歪曲収差を良好に補正するために、以下の条件式を満足している。

R5r：第5レンズ群の表示画像側のレンズ面の曲率半径

【0051】

☆

$$0.15 < SF5 < 1.5$$

(18)

ここで SF5 = (R5r + R5f) / (R5r - R5f)

20

【0052】実施形態1～5のズームレンズは、ここで説明した(1)～(18)式を全て満足しているが、必ずしも全ての条件式を同時に満足しなければならないというものではない。各条件式による効果はそれぞれ別個に得られるものであるため、ズームレンズの仕様によって、(1)～(18)式のあらゆる組み合わせをとり得るものである。

径、diはスクリーン側からi番目の面と(i+1)番目の面の間隔、niはスクリーン側からi番目の光学部材のd線における屈折率、 νi はスクリーン側からi番目の光学部材のアッペ数である。

【0056】また、非球面は以下の式で表せられる。

【0057】

【外3】

$$x = \frac{y^2/r}{1 + (1 - (1 + k) \cdot (y/r)^2)^{1/2}} + By^4 + Cy^6 + Dy^8 + Ey^{10}$$

ここで、xはレンズ頂点より光軸方向への変位値、yは光軸からの距離、rは近軸曲率半径、kは円錐定数、B～Eは非球面係数である。

【0053】(g)有限距離へのピント合わせは、第1レンズ群L1で行うのが構成上最も簡単であるが、第3レンズ群L3や第5レンズ群L5、あるいは複数の群を異なる移動量で移動させて行っても良い。またズームレンズ全体を一体的に移動させて、あるいは液晶パネルPを移動させて行ってもよい。

30

【0054】実施形態1～5に示すように構成することにより、簡易な構成にてFナンバーが1.8程度と明るく、歪曲や倍率色収差の発生を少なく抑えた小型のテレセントリックズームレンズを実現することができる。このようなズームレンズを拡大投射プロジェクション装置の投射レンズに用いることによって、高精細な画像投影を行うことができる。また歪曲収差を交倍域全域で極めて小さくできたので、2台以上の液晶プロジェクターを用いて重ね合わせ投影を行う場合にも、画素ズレの発生を極めて小さくすることができ、明るく精細度の高い投影像が得られる。

40

【0055】以下に数値実施例を示す。各数値実施例において、riはスクリーン側からi番目の面の曲率半

【0058】図6～8はそれぞれ数値実施例1(実施形態1)のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における諸収差図である。図9～11はそれぞれ数値実施例2(実施形態2)のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における諸収差図である。図12～14はそれぞれ数値実施例3(実施形態3)のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における諸収差図である。図15～17はそれぞれ数値実施例4(実施形態4)のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における諸収差図である。図18～20はそれぞれ数値実施例5(実施形態5)のズームレンズの広角端、中間焦点距離、望遠端における諸収差図である。

【0059】また、各実施形態の条件式(1)～(18)の数値を表-1に示す。

【0060】

【外4】

数値実施例1

f=53.73850~69.82		F _w =1:1.8~2.2		2ω=23.5° ~18.4°	
r 1=	103.418	d 1=	7.70	n 1= 1.66672	ν 1= 48.3
r 2=	618.272	d 2=	0.20		
*r 3=	127.652	d 3=	3.30	n 2= 1.49171	ν 2= 57.4
r 4=	34.874	d 4=	20.85		
r 5=	-60.242	d 5=	2.60	n 3= 1.51633	ν 3= 64.1
r 6=	60.241	d 6=	2.65		
r 7=	67.226	d 7=	5.65	n 4= 1.83400	ν 4= 37.2
r 8=	317.486	d 8= 可変			
r 9=	119.270	d 9=	5.40	n 5= 1.78590	ν 5= 44.2
r10=	-182.799	d10=	9.05		
r11=	111.009	d11=	8.45	n 6= 1.78590	ν 6= 44.2
r12=	-44.894	d12=	1.80	n 7= 1.84666	ν 7= 23.8
r13=	(絞り)	d13= 可変			
r14=	-63.074	d14=	1.70	n 8= 1.51633	ν 8= 64.1
r15=	80.273	d15= 可変			
r16=	6802.827	d16=	2.30	n 9= 1.51742	ν 9= 52.4
r17=	145.483	d17=	4.40		
r18=	-522.549	d18=	14.50	n10= 1.72000	ν10= 50.2
r19=	-31.435	d19=	2.60	n11= 1.80518	ν11= 25.4
r20=	-59.588	d20=	0.20		
r21=	-2252.485	d21=	3.30	n12= 1.71300	ν12= 53.9
r22=	-232.559	d22= 可変			
r23=	92.284	d23=	9.25	n13= 1.71300	ν13= 53.9
r24=	-513.828	d24=	9.90		
r25=	∞	d25=	45.00	n14= 1.51633	ν14= 64.1
r26=	∞				

*は非球面を表す

焦点距離 可変間隔	53.74	62.62	69.82
d 8	15.94	8.71	1.10
d 13	15.53	18.50	21.87
d 15	11.17	7.81	4.88
d 22	4.04	13.66	18.76

第3面非球面係数

no	r	k	B	C	D	E
3	1.27652D+02	1.95682D+00	5.50527D-07	-1.98030D-09	-3.81162D-13	-1.30831D-16

【0061】

【外5】

数値実施例2

		f=48.33096~62.80		F _{no} =1:1.8~2.2		2ω=25.6° ~20.3°	
r 1=	169.545	d 1=	6.12	n 1=	1.65844	ν 1=	50.9
r 2=	983.297	d 2=	0.20				
*r 3=	109.090	d 3=	3.50	n 2=	1.49171	ν 2=	57.4
r 4=	38.214	d 4=	22.10				
r 5=	-70.615	d 5=	2.28	n 3=	1.51633	ν 3=	64.1
r 6=	62.765	d 6=	6.60				
r 7=	84.403	d 7=	5.35	n 4=	1.83400	ν 4=	37.2
r 8=	326.297	d 8=	可変				
r 9=	117.649	d 9=	6.12	n 5=	1.80610	ν 5=	40.9
r10=	-274.264	d10=	19.27				
r11=	98.735	d11=	7.36	n 6=	1.77250	ν 6=	49.6
r12=	-55.314	d12=	1.80	n 7=	1.84666	ν 7=	23.8
r13=	(絞り)	d13=	可変				
r14=	-60.028	d14=	1.70	n 8=	1.51742	ν 8=	52.4
r15=	77.807	d15=	可変				
r16=	333.489	d16=	2.30	n 9=	1.64769	ν 9=	33.8
r17=	130.991	d17=	5.05				
r18=	-373.610	d18=	11.60	n10=	1.72000	ν10=	50.2
r19=	-35.135	d19=	2.60	n11=	1.80518	ν11=	25.4
r20=	-68.550	d20=	0.20				
r21=	-3923.400	d21=	4.99	n12=	1.71300	ν12=	53.9
r22=	-143.857	d22=	可変				
r23=	93.531	d23=	9.71	n13=	1.65844	ν13=	50.9
r24=	-295.472	d24=	9.90				
r25=	∞	d25=	45.00	n14=	1.51633	ν14=	64.1
r26=	∞						

*は非球面を表す

可変間隔	焦点距離		
	48.33	56.32	62.80
d 8	16.38	6.75	0.90
d 13	16.92	20.34	24.34
d 15	10.12	4.47	4.47
d 22	1.98	15.67	15.67

第3面非球面係数

no	r	k	B	C	D	E
3	1.09090D+02	-3.58888D-01	4.92328D-07	-1.48369D-09	-1.05398D-12	-5.12720D-16

【0062】

【外6】

数値実施例3

		$f=48.50796 \sim 62.24$	$F_{\omega}=1:1.8 \sim 2.2$	$2\omega=26.1^{\circ} \sim 20.9^{\circ}$	
*r 1=	63.479	d 1=	4.00	n 1= 1.49171	ν 1= 57.4
r 2=	35.542	d 2=	23.71		
r 3=	-151.084	d 3=	3.00	n 2= 1.51633	ν 2= 64.1
r 4=	56.459	d 4=	1.77		
r 5=	55.368	d 5=	5.45	n 3= 1.80518	ν 3= 25.4
r 6=	83.102	d 6= 可変			
r 7=	81.106	d 7=	8.31	n 4= 1.78590	ν 4= 44.2
r 8=	-453.504	d 8=	27.49		
r 9=	62.681	d 9=	9.26	n 5= 1.83400	ν 5= 37.2
r10=	-42.913	d10=	1.80	n 6= 1.84666	ν 6= 23.8
r11=	(絞り)	d11= 可変			
r12=	-145.887	d12=	1.70	n 7= 1.58144	ν 7= 40.8
r13=	57.174	d13= 可変			
r14=	-44.352	d14=	2.00	n 8= 1.67270	ν 8= 32.1
r15=	199.293	d15=	0.42		
r16=	270.110	d16=	9.84	n 9= 1.77250	ν 9= 49.6
r17=	-51.072	d17=	5.18		
r18=	-36.882	d18=	2.60	n10= 1.68893	ν 10= 31.1
r19=	-45.325	d19=	3.64		
r20=	433.887	d20=	9.16	n11= 1.69680	ν 11= 55.5
r21=	-91.944	d21= 可変			
r22=	90.785	d22=	10.49	n12= 1.49171	ν 12= 57.4
*r23=	-232.974	d23=	14.00		
r24=	∞	d24=	45.00	n13= 1.51633	ν 13= 64.2
r25=	∞				

*は非球面を表す

可変間隔	焦点距離		
	48.33	56.32	62.80
d 6	17.88	10.00	2.15
d 11	2.23	3.80	6.56
d 13	17.78	14.48	9.51
d 21	1.21	10.77	20.84

第1面非球面係数

r	k	B	C	D	E
6.34789D+01	8.50264D-05	6.06193D-07	7.48606D-11	7.71536D-14	-1.12405D-17

第23面非球面係数

r	k	B	C	D	E
-2.32974D+02	-1.28036D-02	5.08749D-07	5.33821D-10	-5.16053D-13	4.24068D-16

数値実施例4

		f=48.78185~62.06		F _ω =1:1.8~2.2		2ω=26° ~21°	
*r 1=	61.252	d 1=	4.00	n 1=	1.49171	ν 1=	57.4
r 2=	34.575	d 2=	22.87				
r 3=	-127.910	d 3=	3.00	n 2=	1.48749	ν 2=	70.2
r 4=	53.342	d 4=	1.65				
r 5=	52.537	d 5=	6.04	n 3=	1.83400	ν 3=	37.2
r 6=	81.758	d 6=	可変				
r 7=	86.283	d 7=	7.54	n 4=	1.83400	ν 4=	37.2
r 8=	-404.187	d 8=	26.17				
r 9=	60.941	d 9=	9.46	n 5=	1.80610	ν 5=	40.9
r10=	-43.166	d10=	1.80	n 6=	1.84666	ν 6=	23.8
r11=	(絞り)	d11=	可変				
r12=	-172.102	d12=	1.70	n 7=	1.54814	ν 7=	45.8
r13=	52.712	d13=	可変				
r14=	-52.506	d14=	2.00	n 8=	1.68893	ν 8=	31.1
r15=	168.703	d15=	0.91				
r16=	526.957	d16=	8.05	n 9=	1.77250	ν 9=	49.6
r17=	-51.881	d17=	4.66				
r18=	-37.857	d18=	2.60	n10=	1.83400	ν10=	37.2
r19=	-50.152	d19=	3.64				
r20=	4099.926	d20=	9.15	n11=	1.71300	ν11=	53.9
r21=	-75.640	d21=	可変				
r22=	91.320	d22=	11.82	n12=	1.49171	ν12=	57.4
*r23=	-143.898	d23=	14.00				
r24=	∞	d24=	45.00	n13=	1.51833	ν13=	64.2
r25=	∞						

*は非球面を表す

焦点距離 可変範囲	48.78	54.61	62.06
d 6	21.89	14.37	6.75
d 11	2.12	4.23	7.38
d 13	17.35	13.94	9.03
d 21	1.17	10.09	19.48

第1面非球面係数

r k B C D E
6.12524D+01 3.40009D-03 -1.10565D-07 -1.19816D-09 6.56438D-13 -2.53493D-16

第23面非球面係数

r k B C D E
-1.43898D+02 7.00591D-01 1.16770D-06 3.86787D-09 -2.88980D-12 1.67835D-15

数値実施例5

		$f=48.89578 \sim 62.08$		$F_{\omega}=1:1.8 \sim 2.2$		$2\omega=26^{\circ} \sim 21^{\circ}$	
*r 1=	62.550	d 1=	4.00	n 1=	1.49171	ν 1=	57.4
r 2=	35.217	d 2=	22.73				
r 3=	-122.794	d 3=	3.00	n 2=	1.48749	ν 2=	70.2
r 4=	54.290	d 4=	3.60				
r 5=	56.855	d 5=	5.86	n 3=	1.83400	ν 3=	37.2
r 6=	83.388	d 6=	可変				
r 7=	95.419	d 7=	8.33	n 4=	1.83400	ν 4=	37.2
r 8=	-307.183	d 8=	27.84				
r 9=	61.278	d 9=	9.31	n 5=	1.78590	ν 5=	44.2
r10=	-45.703	d10=	1.80	n 6=	1.84666	ν 6=	23.8
r11=	(絞り)	d11=	可変				
r12=	-114.40282	d12=	1.70	n 7=	1.54814	ν 7=	45.8
r13=	658	d13=	可変				
r14=	-3420.867	d14=	2.00	n 8=	1.78472	ν 8=	25.7
r15=	117.477	d15=	2.72				
r16=	-326.926	d16=	4.87	n 9=	1.77250	ν 9=	49.6
r17=	-68.374	d17=	6.60				
r18=	-34.700	d18=	2.60	n10=	1.83400	ν 10=	37.2
r19=	-45.602	d19=	3.64				
r20=	-237.548	d20=	8.58	n11=	1.69680	ν 11=	55.5
r21=	-58.940	d21=	可変				
r22=	112.818	d22=	12.58	n12=	1.69680	ν 12=	55.5
r23=	-113.901	d23=	1.51				
r24=	-112.534	d24=	3.00	n13=	1.58551	ν 13=	39.2
r25=	-193.806	d25=	14.00				
r26=	∞	d26=	45.00	n14=	1.51633	ν 14=	64.2
r27=	∞						

*は非球面を表す

焦点距離 可変間隔	焦点距離		
	48.896	54.707	62.080
d 6	19.25	12.08	4.90
d 11	5.07	7.87	11.64
d 13	11.89	9.39	5.47
d 21	1.17	8.04	15.36

第1面非球面係数

no r k B C D R
3 8.25503D+01 3.42175D-03 5.05186D-07 -6.17842D-10 4.77369D-13 -1.94075D-16

【0065】

【表1】

表-1

条件式	実施形態1	実施形態2	実施形態3	実施形態4	実施形態5
(1)	7.576	7.699	6.139	6.104	6.092
(2)	1.595	1.359	1.356	1.391	1.365
(3)	0.902	1.057	0.932	0.938	0.979
(4)	1.640	1.638	1.431	1.471	1.506
(5)	0.983	0.980	1.007	0.995	0.977
(6)	1.008	1.129	0.800	0.833	1.011
(7)	0.923	1.068	1.144	1.147	1.088
(8)	0.529	0.577	0.425	0.338	0.379
(9)	0.468	0.473	0.409	0.475	0.502
(10)	1.707	1.535	1.264	1.308	1.452
(11)	1.439	1.437	1.263	1.305	1.337
(12)	1.112	1.183	1.282	1.334	1.174
(13)	1.705	1.833	2.193	2.774	2.585
(14)	1.803	1.978	2.444	2.100	1.834
(15)	64.14	52.43	40.75	45.79	45.79
(16)	60.77	60.77	60.77	63.82	63.82
(17)	5.568	3.159	2.567	1.576	
(18)	0.695	0.519	0.439	0.224	

【0066】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、良好な光学性能を得つつ、小さい共役側にテレセントリックで、バックフォーカスが長く、しかも小型のズームレンズを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態1のズームレンズのレンズ断面図である。

【図2】実施形態2のズームレンズのレンズ断面図である。

【図3】実施形態3のズームレンズのレンズ断面図である。

【図4】実施形態4のズームレンズのレンズ断面図である。

【図5】実施形態5のズームレンズのレンズ断面図である。

【図6】実施形態1のズームレンズの広角端における諸収差図である。

【図7】実施形態1のズームレンズの中間焦点距離における諸収差図である。

【図8】実施形態1のズームレンズの望遠端における諸収差図である。

【図9】実施形態2のズームレンズの広角端における諸収差図である。

【図10】実施形態2のズームレンズの中間焦点距離における諸収差図である。

【図11】実施形態2のズームレンズの望遠端における

諸収差図である。

【図12】実施形態3のズームレンズの広角端における諸収差図である。

【図13】実施形態3のズームレンズの中間焦点距離における諸収差図である。

【図14】実施形態3のズームレンズの望遠端における諸収差図である。

【図15】実施形態4のズームレンズの広角端における諸収差図である。

【図16】実施形態4のズームレンズの中間焦点距離における諸収差図である。

【図17】実施形態4のズームレンズの望遠端における諸収差図である。

【図18】実施形態5のズームレンズの広角端における諸収差図である。

【図19】実施形態5のズームレンズの中間焦点距離における諸収差図である。

【図20】実施形態5のズームレンズの望遠端における諸収差図である。

【図21】重ね合わせ投影（スタック投影）時の画素ズレの説明図である。

【符号の説明】

L1 第1レンズ群

L2 第2レンズ群

L3 第3レンズ群

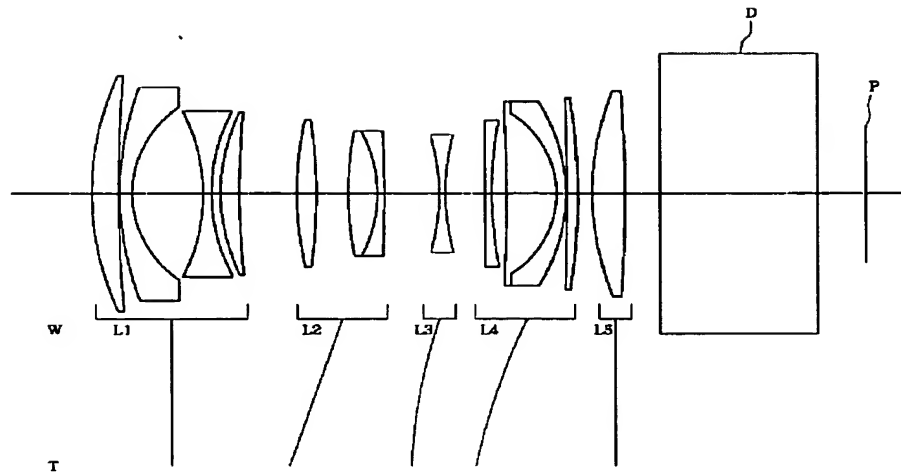
L4 第4レンズ群

L5 第5レンズ群

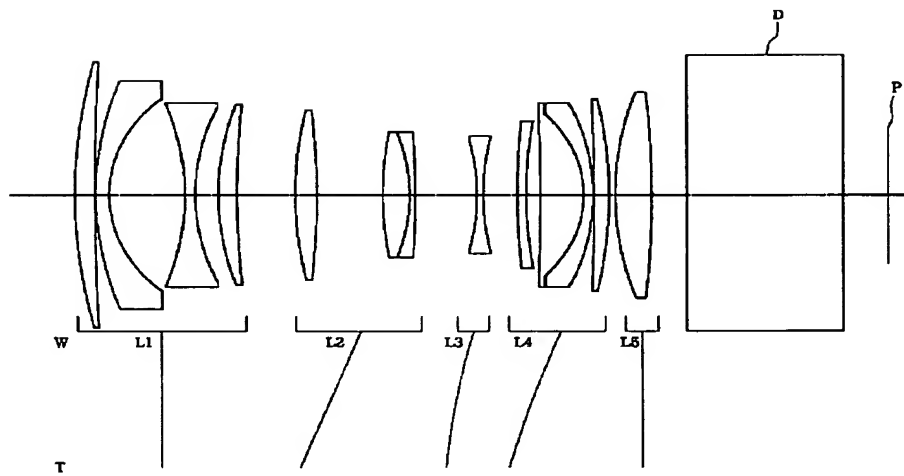
P 液晶パネル

* * D ガラスブロック

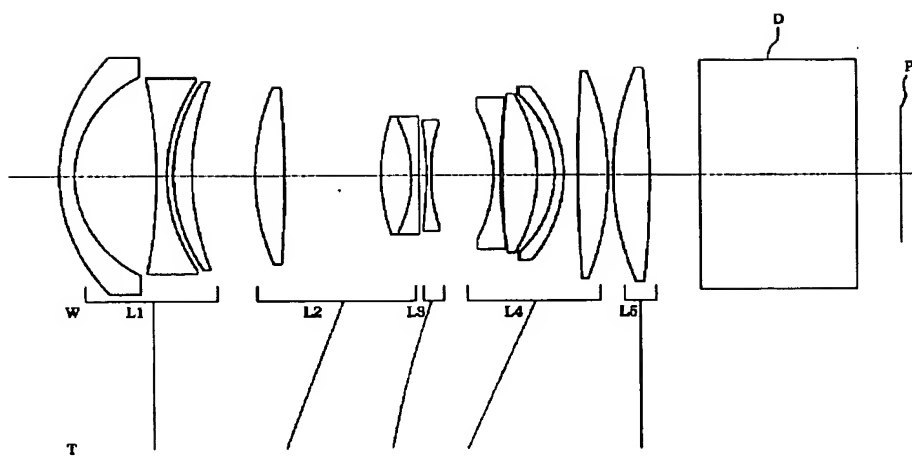
【図1】



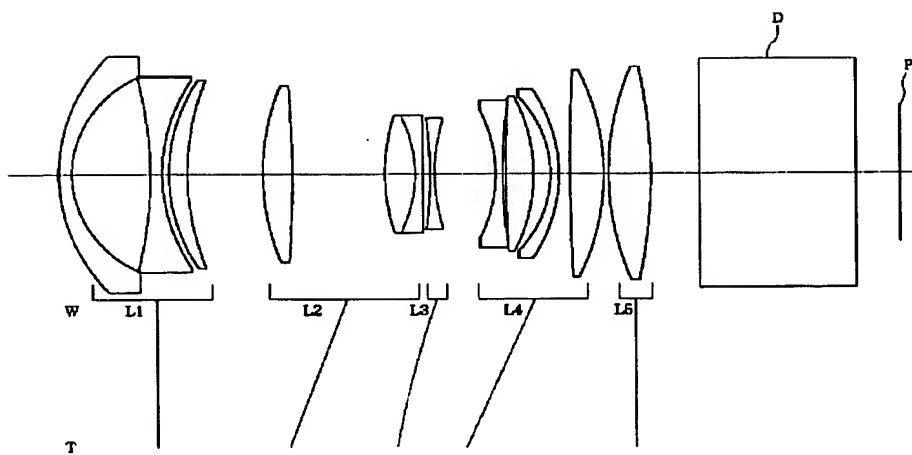
【図2】



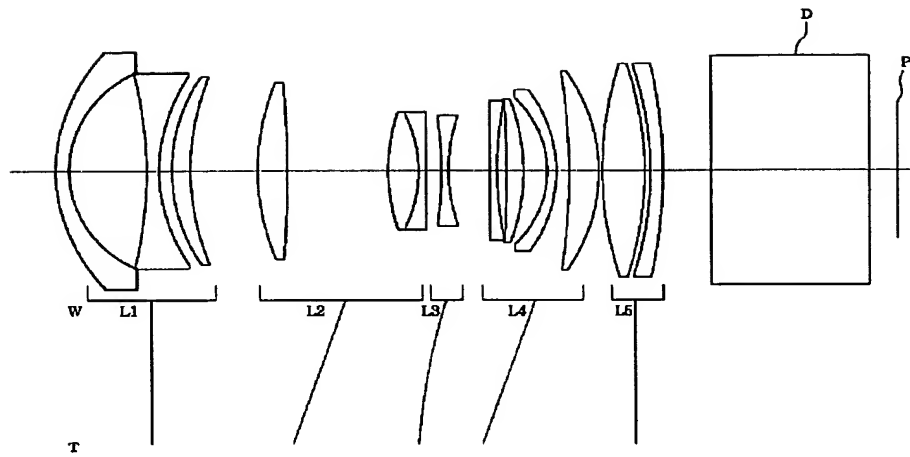
【図3】



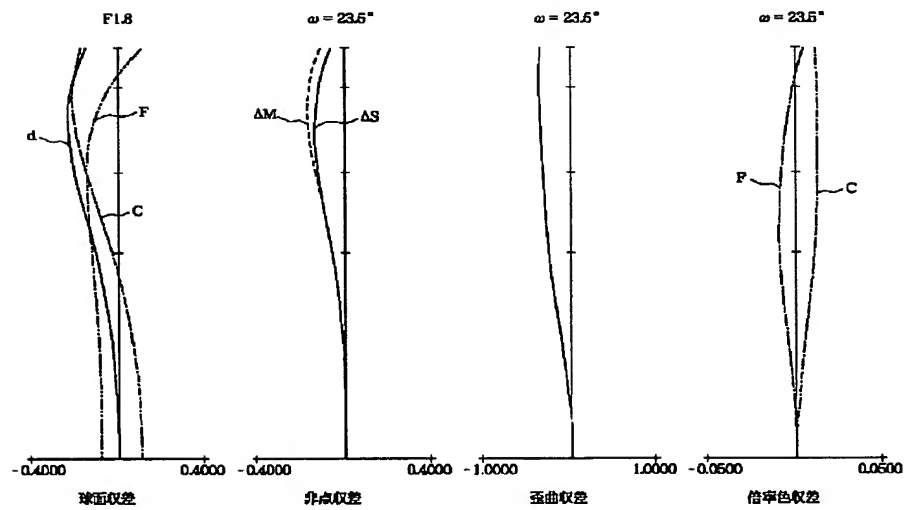
【図4】



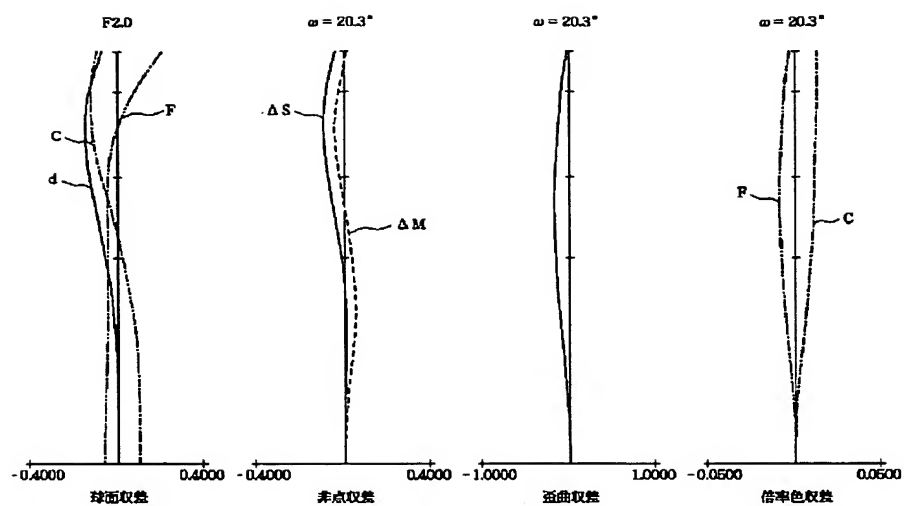
【図5】



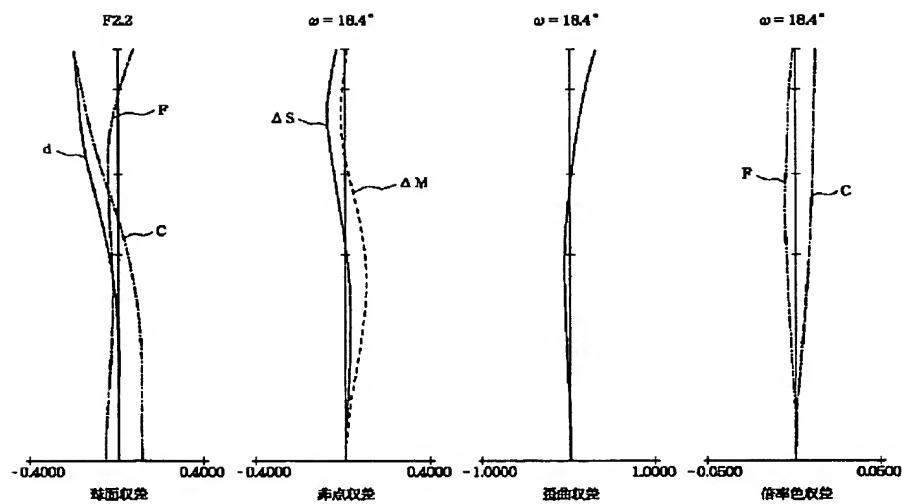
【図6】



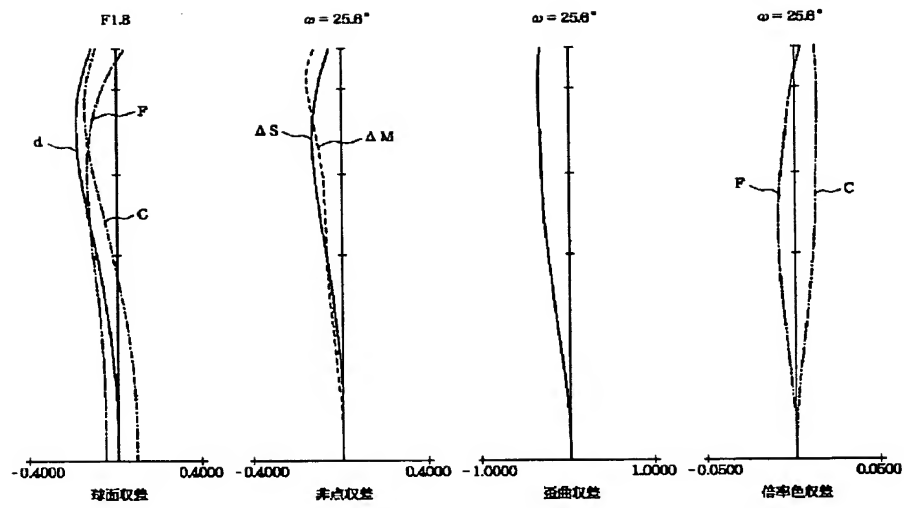
【図7】



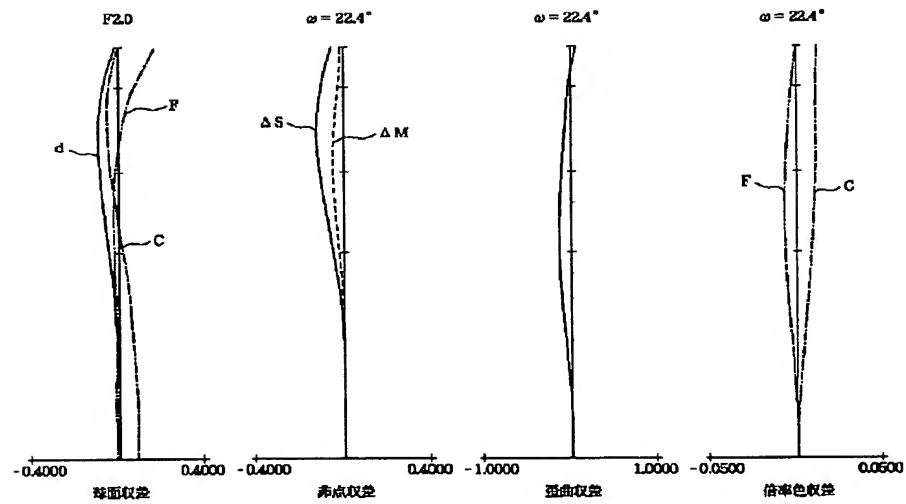
【図8】



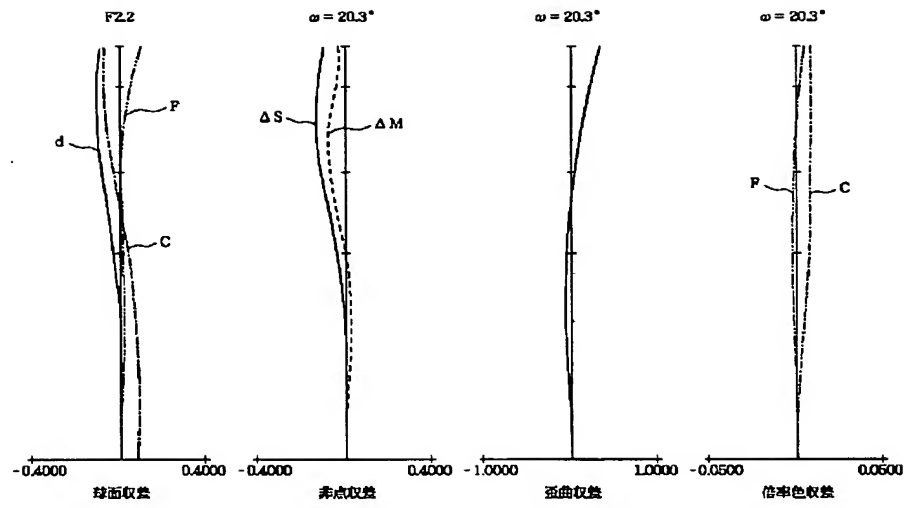
【図9】



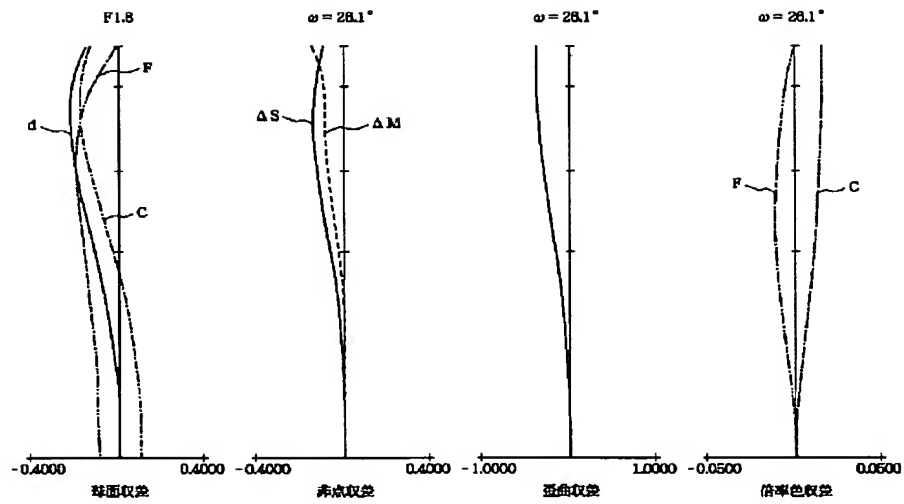
【図10】



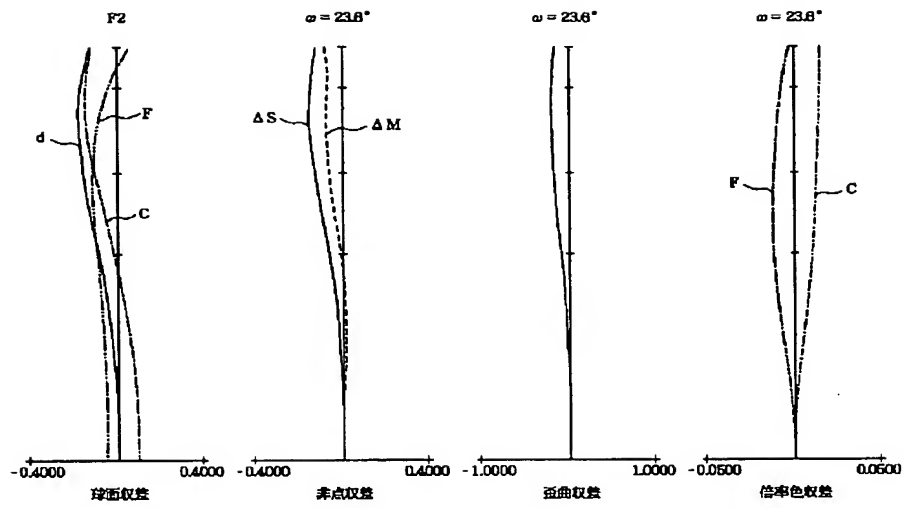
【図11】



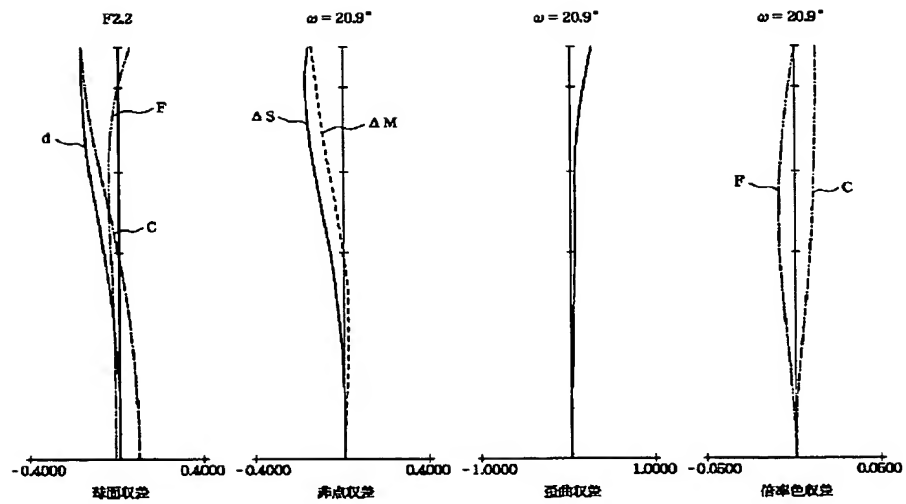
【図12】



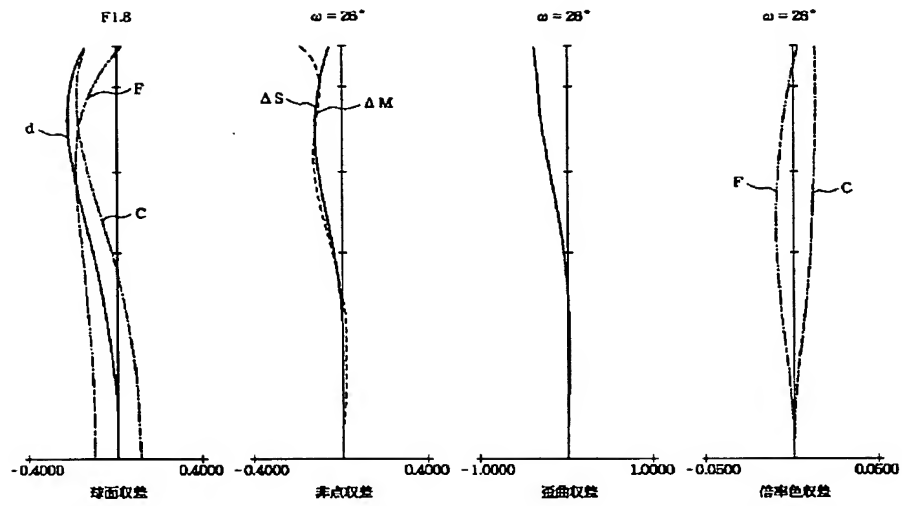
【図 13】



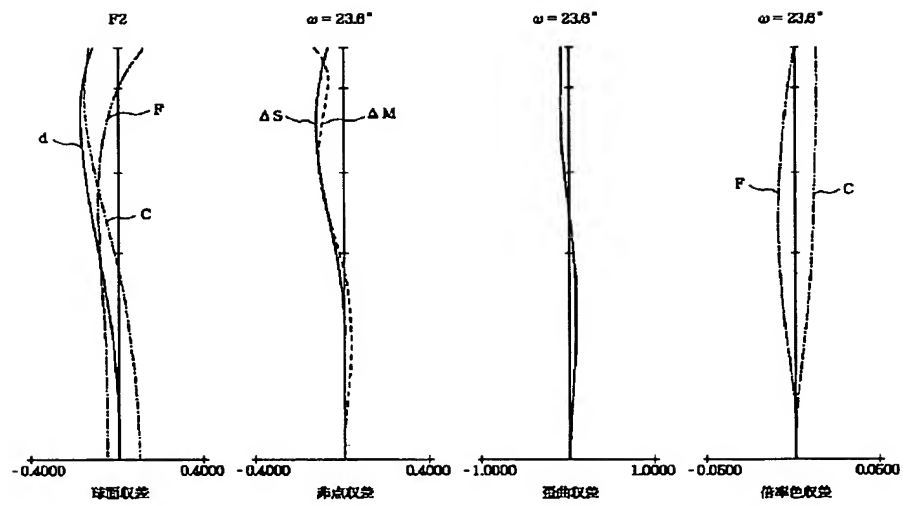
【図 14】



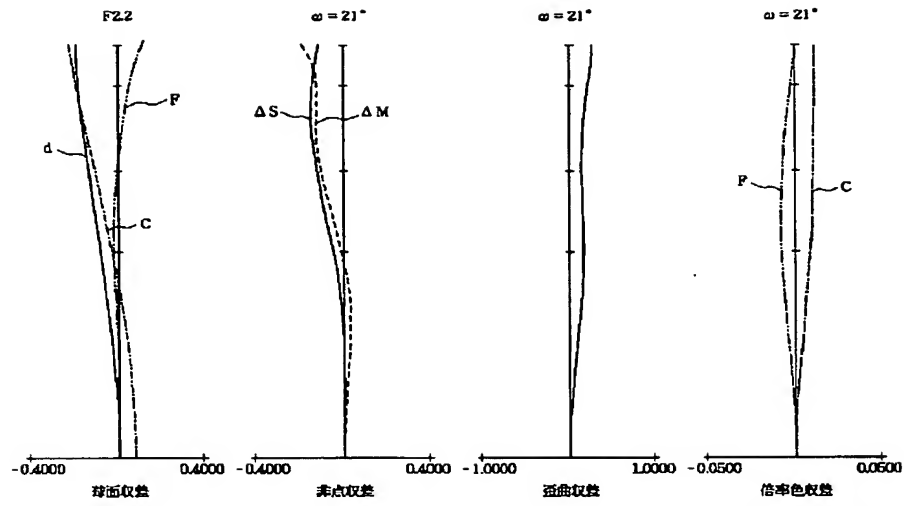
【図15】



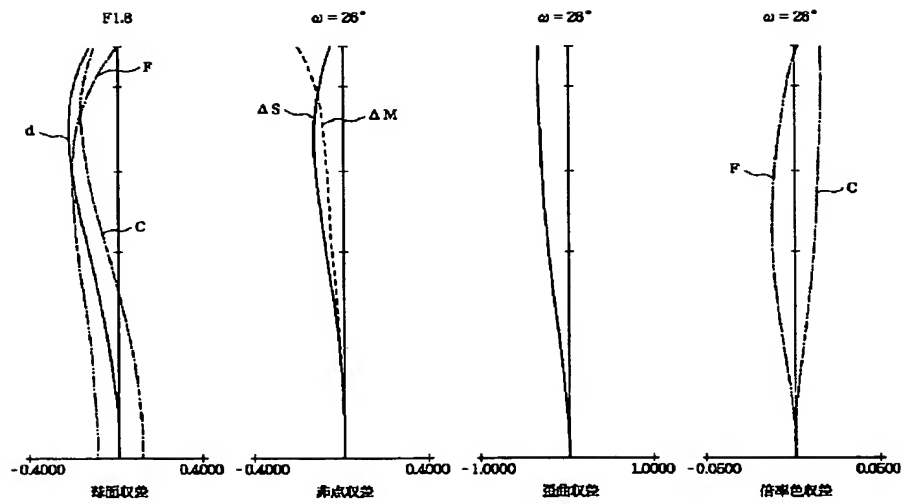
【図16】



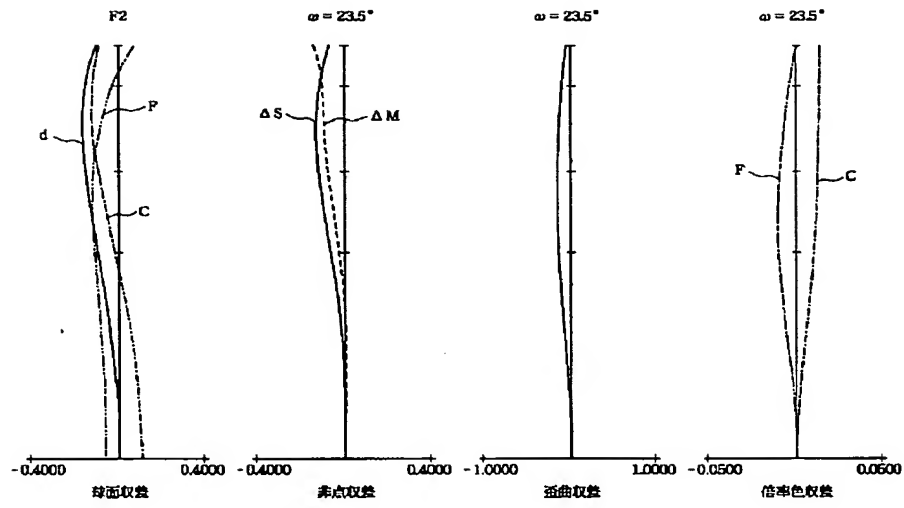
【図17】



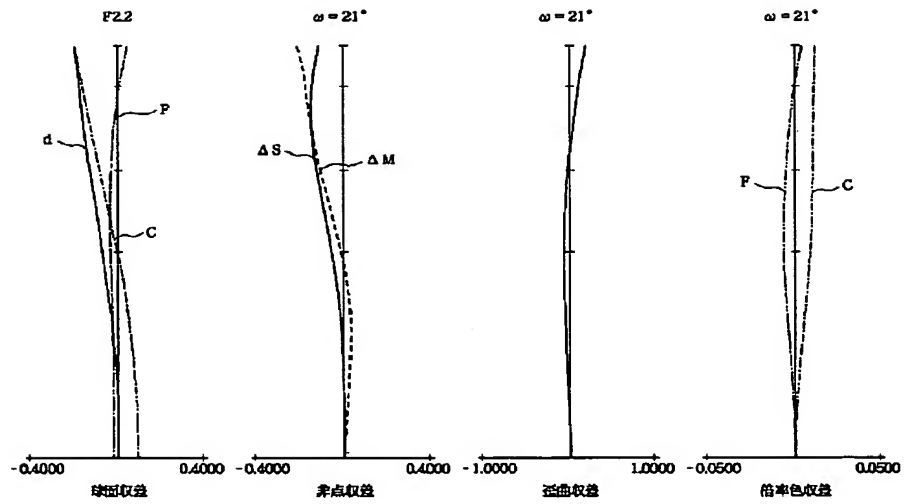
【図18】



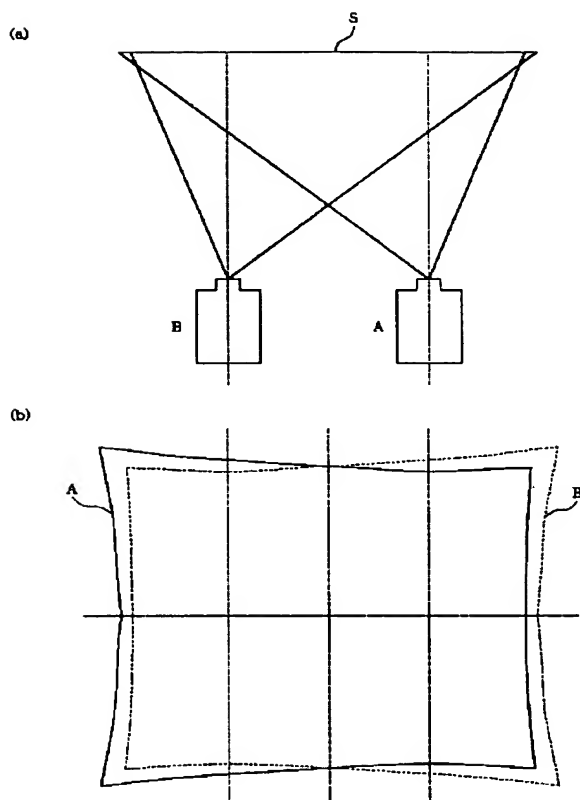
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H044 AC04

2H087 KA06 KA07 PA11 PA12 PA18

PB20 QA02 QA05 QA12 QA26

QA36 QA41 QA45 SA07 SA09

SA20 SA32 SA43 SA63 SA65

SA72 SA74 SA76 SB04 SB14

SB22 SB35 SB43

9A001 BB06 CG11

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Sequentially from a long conjugation side, the 1st lens group of negative refractive power, the 2nd lens group of forward refractive power, It has the 3rd lens group of negative refractive power, the 4th lens group of forward refractive power, and the 5th lens group of forward refractive power. While being the zoom lens made to move said 2nd lens group and 4th lens group to a long conjugation side and having at least one aspheric lens on the occasion of the variable power from a wide angle edge to a tele edge The zoom lens characterized by satisfying the conditional expression which becomes $|tkw/fw| > 4$ when setting the focal distance of the whole system [in / for the distance from the pupil by the side of the short conjugation in a wide angle edge in case the conjugation length by the side of long conjugation is infinite distance to a short conjugation side / tkw and a wide angle edge] to fw.

[Claim 2] The zoom lens according to claim 1 with which said 1st lens group is characterized by having an aspheric lens.

[Claim 3] Claim 1, the zoom lens of two publications with which said 5th lens group is characterized by having an aspheric lens.

[Claim 4] Said 5th lens group is a zoom lens according to claim 1 to 3 characterized by having at least one positive lens and at least one negative lens.

[Claim 5] On the occasion of the variable power from a wide angle edge to a tele edge, it is the zoom lens according to claim 1 to 4 which spacing of said 2nd lens group and 3rd lens group increases, and is characterized by spacing of said 3rd lens group and 4th lens group decreasing.

[Claim 6] On the occasion of the variable power from a wide angle edge to a tele edge, it is the zoom lens according to claim 5 which spacing of said 1st lens group and 2nd lens group decreases, and is characterized by spacing of said 4th lens and 5th lens group increasing.

[Claim 7] It is the zoom lens according to claim 1 to 6 characterized by for said 2nd lens group having at least two positive lenses and at least one negative lens, and said 3rd lens group having at least one negative lens.

[Claim 8] the time of setting [the focal distance of the whole system of a wide angle edge / the focal distance of the whole system of fw and a tele edge] the focal distance of f1 and the 2nd lens group to f2 for the focal distance of the 1st lens group of ft -- $0.8 < |f1| / f2 < 20.5 < |f2 / \sqrt{fw \times ft}| < 1.5$ -- the zoom lens according to claim 1 to 7 characterized by satisfying conditional expression.

[Claim 9] The location of said 3rd lens group in a tele edge is a zoom lens according to claim 1 to 8 characterized by being in a long conjugation side compared with the location of said 3rd lens group in a wide angle edge.

[Claim 10] On the occasion of variable power, said 1st lens group is a zoom lens according to claim 1 to 9 characterized by being fixed.

[Claim 11] Said 1st lens group is a zoom lens according to claim 1 to 10 characterized by having a positive lens in the longest conjugation side.

[Claim 12] Said 1st lens group is a zoom lens according to claim 11 characterized by consisting of the positive lens which has power strong against a big conjugation side sequentially from a long conjugation

side compared with a short conjugation side, a negative meniscus lens which turned the convex to the long conjugation side, a biconcave lens, and a positive lens.

[Claim 13] Said 1st lens group is a zoom lens according to claim 1 to 10 which consists of a negative meniscus lens which turned the convex to the long conjugation side sequentially from the long conjugation side, a biconcave lens, and a positive lens, and is characterized by one [at least] field of this negative meniscus lens being the aspheric surface.

[Claim 14] Said 5th lens group is [External Character 1], when setting the radius of curvature of the lens side by the side of short conjugation of R5f and this positive lens to R5r for the radius of curvature of the lens side by the side of big conjugation of this positive lens, while consisting of one positive lens.

$$1 < \left| \frac{R5r}{R5f} \right|$$

The zoom lens according to claim 1 to 13 characterized by satisfying the becoming conditional expression.

[Claim 15] The optical instrument characterized by having a zoom lens according to claim 1 to 14.

[Claim 16] Projection equipment characterized by having a display means to display a subject copy, and a projector lens for projecting this subject copy on a screen, and constituting this projector lens by the zoom lens according to claim 1 to 14.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the suitable zoom lens for the projector lens of the projection equipment which carries out amplification projection of the subject copy fixed especially to finite distance at a screen about a zoom lens.

[0002]

[Description of the Prior Art] The formation of an extensive field angle is comparatively easy for the zoom lens of the negative reed-type which the lens group of negative refractive power precedes, and it has the features that optical-character ability is maintainable also in contiguity photography distance etc. On the other hand, the movement magnitude of the lens group which moves at the time of variable power increases, or it has a fault, like a raise in variable power is difficult.

[0003] These faults are improved and the zoom lens which attained miniaturization of the whole lens system and high variable power-ization is proposed by JP,49-23912,B, JP,53-34539,A, JP,57-163213,A, JP,58-4113,A, JP,63-241511,A, JP,2-201310,A, etc.

[0004] In each of these official reports, a zoom lens is constituted from a body side in order [groups / of negative, forward, and negative and forward refractive power / four / lens], among these a predetermined lens group is moved appropriately, and variable power is performed.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, the projector lens of the equipment which compounds the image of each colored light displayed on the liquid crystal display object using two or more liquid crystal display objects for every colored light especially to the projector lens of the projection device which carries out amplification projection of the display image at a screen, and is projected on it with one projector lens is asked for the following conditions.

[0006] (1) In order to eliminate the effect of include-angle dependence of the color composition dichroic mirror when compounding the luminous-intensity-distribution property of liquid crystal or two or more colored light, it is the so-called telecentric optical system which has far away the pupil seen from the display image side (a subject-copy side, short conjugation side).

[0007] (2) A back focus is a ***** in order to secure the tooth space of the color composition component which intervenes between a display object and a projector lens.

[0008] (3) Since upper part projection of the display image is generally carried out, to a projector lens optical axis, a display object is used, after the center position has shifted, and near a front ball will not have the service area symmetrical with an optical axis to be used as a result, and it will incline up. Therefore, since a front ball diameter becomes large, a certain improvement be required.

[0009] To such a requirement, with the zoom lens of the above-mentioned conventional example, it is in finite distance with the comparatively near pupil location seen from the short conjugation side, and a back focus is also hard to be referred to as long enough.

[0010] Furthermore, as shown in drawing 21 (a), when performing superposition projection (stack projection) using two liquid crystal projectors A and B is assumed When the zoom lens of the

conventional example is used as a projector lens, since the distortion aberration in a wide angle edge is comparatively large, As a continuous line shows the projection image A on the screen S of liquid crystal projector A to drawing 21 (b), as for space left-hand side, distortion of a spool mold becomes large. Similarly, as a dotted line shows the projection image B on the screen S of liquid crystal projector B to drawing 21 (b), as for space right-hand side, distortion of a spool mold becomes large. Therefore, even if each liquid crystal projector adjusted the location and magnitude of a projection image finely, pixel gap of two projection images remained greatly, and although brightness improved, it does not try not to have a feeling of resolving and had the problem that only a **** projection image was acquired.

[0011] This invention aims at being a tele cent rucksack and long moreover a back focus providing a short conjugation side with a small zoom lens, obtaining good optical-character ability.

[0012]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, the zoom lens of this invention Sequentially from a long conjugation side, the 1st lens group of negative refractive power, the 2nd lens group of forward refractive power, It has the 3rd lens group of negative refractive power, the 4th lens group of forward refractive power, and the 5th lens group of forward refractive power. While being the zoom lens made to move said 2nd lens group and 4th lens group to a long conjugation side and having at least one aspheric lens on the occasion of the variable power from a wide angle edge to a tele edge When setting the focal distance of the whole system [in / for the distance from the pupil by the side of the short conjugation in a wide angle edge in case the conjugation length by the side of long conjugation is infinite distance to a short conjugation side / tkw and a wide angle edge] to fw, it is characterized by satisfying the conditional expression which becomes $|tkw/fw| > 4$.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, explanation about the operation gestalt of this invention is given using a drawing.

[0014] (Operation gestalt 1) Drawing 1 is the lens sectional view of the zoom lens of the operation gestalt 1 which shows data to the below-mentioned numerical example 1. The zoom lens of this operation gestalt is a non-illustrated screen side (a long conjugation side). Sequentially from the left-hand side in drawing, it has the 1st lens group L1 of negative refractive power, the 2nd lens group L2 of forward refractive power, the 3rd lens group L3 of negative refractive power, the 4th lens group L4 of forward refractive power, and the 5th lens group L5 of forward refractive power. While the 1st lens group L1 and the 5th lens group L2 are immobilization and moving the 2nd lens group L2 and the 4th lens group L4 to a screen side on the occasion of the variable power (zooming) from a wide angle edge to a tele edge, the 3rd lens group L3 also makes it move to a screen side in monotone. The glass block by which D is equivalent to cross die clo prism etc., and P are liquid crystal panels (short conjugation side) with which an image is displayed among drawing.

[0015] In this operation gestalt, the 1st lens group L1 consists of the positive lens which has power strong against a screen side as compared with the liquid crystal panel P side, a negative meniscus lens which turned the convex to the screen side, a biconcave lens, and a positive lens sequentially from a screen side, and a negative meniscus lens is an aspheric lens with which the field by the side of a screen is the aspheric surface.

[0016] It is for amending distortion aberration most to arrange [of the 1st lens group L1] a positive lens to a screen side, and it is for suppressing generating of high order distortion aberration small especially to give power strong against the screen side of the positive lens. A negative meniscus lens is arranged from the screen side of the 1st lens group L1 to the 2nd for making each side distribute refraction of an axial outdoor daylight line almost uniformly, and suppressing generating of comatic aberration small, and the aspheric surface is used for the field by the side of a screen for making distortion aberration small. Moreover, by [of the 1st lens group L1 with the low height of an axial outdoor daylight line] performing chromatic-aberration amendment by the liquid crystal panel P side most, the outbreak of the high order chromatic aberration of magnification is pressed down small.

[0017] The 2nd lens group L2 consists of cemented lenses which joined the biconvex lens, the biconvex lens, and the negative lens sequentially from the screen side in order to amend spherical aberration and

axial overtone aberration good. The 3rd lens group L3 consists of one biconcave lens with the big Abbe number in order to make small fluctuation of the chromatic aberration by migration of the 3rd group. The 4th lens group L4 consists of a negative meniscus lens of a convex, and a positive lens with power strong against the liquid crystal panel P side at the negative lens [which has power strong against the liquid crystal panel P side sequentially from a screen side], positive lens [with power strong against the liquid crystal panel P side], and liquid crystal panel P side, in order to mainly amend the comatic aberration and the chromatic aberration of magnification of an axial outdoor daylight bundle. The 5th lens group L5 consists of one positive lens which has power strong against a screen side for amendment of a curvature of field and distortion aberration in order to keep away the pupil (entrance pupil) seen from the liquid crystal panel P side.

[0018] Long moreover by such configuration, the back focus has realized the small zoom lens by the tele cent rucksack to the short conjugation side, obtaining good optical-character ability. Especially, with operation gestalt, while arranging a positive lens to a screen side most, generating of distortion aberration is suppressed very small by the thing of the 1st lens group for which the aspheric surface is used for the 2nd negative meniscus lens from a screen side.

[0019] (Operation gestalt 2) Drawing 2 is the lens sectional view of the zoom lens of the operation gestalt 2 which shows data to the below-mentioned numerical example 2. Although the zoom lens of this operation gestalt is a configuration similar to the zoom lens of the operation gestalt 1, it shortened the focal distance of a wide angle edge more, and has realized shortening of projector distance (distance to a screen).

[0020] (Operation gestalt 3) Drawing 3 is the lens sectional view of the zoom lens of the operation gestalt 3 which shows data to the below-mentioned numerical example 3. This operation gestalt is an operation gestalt from which the lens configuration of the 1st, 4th, and 5th lens group differs to the operation gestalt 2.

[0021] The 1st lens group L1 of this operation gestalt consists of a negative meniscus lens which turned the convex to the screen side, a biconcave lens, and a positive meniscus lens which turned the convex to the screen side sequentially from a screen side, and a negative meniscus lens is an aspheric lens with which the field by the side of a screen is the aspheric surface. The 4th lens group L4 consists of the negative lens which has power strong against a screen side as compared with the liquid crystal panel P side, a positive lens which has power strong against the liquid crystal panel P side as compared with a screen side, a negative meniscus lens which turned the convex to the liquid crystal panel P side, and a positive lens which has power strong against the liquid crystal panel P side as compared with a screen side sequentially from a screen side. The 5th lens group L5 is constituted from a positive lens with the aspheric surface by the field by the side of liquid crystal panel P.

[0022] Very small distortion aberration is realized by using the aspheric surface for the 1st lens group L1 with high height and the 5th lens group L5 of an axial outdoor daylight line.

[0023] (Operation gestalt 4) Drawing 4 is the lens sectional view of the zoom lens of the operation gestalt 4 which shows data to the below-mentioned numerical example 4. Although the zoom lens of this operation gestalt is a configuration similar to the zoom lens of the operation gestalt 3, numeric data differ.

[0024] (Operation gestalt 5) Drawing 5 is the lens sectional view of the zoom lens of the operation gestalt 5 which shows data to the below-mentioned numerical example 5. With the operation gestalt which transposed the 5th lens group of the operation gestalt 4 to one positive lens and one negative lens, the zoom lens of this operation gestalt is considering the 5th lens group as a two-sheet configuration, it has realized the same effectiveness as the operation gestalt 4, without using an aspheric lens for the 5th lens group.

[0025] Next, the description of each operation gestalt is explained.

[0026] (a) giving forward refractive power comparatively strong against the 5th lens group L5 nearest to liquid crystal panel P (display image) -- a tele cent -- the rucksack system is realized. Amendment of a curvature of field and distortion and coexistence of simplification of a configuration are attained by constituting from one positive lens to which the convex strong against a screen side was especially

turned for the 5th lens group L5 with the operation gestalten 1-4.

[0027] (b) While lessening movement magnitude of each group and attaining shortening of an overall length by moving the 2nd lens group L2, the 3rd lens group L3, and the 4th lens group L4, and performing variable power, distance from the pupil location seen from the screen side to a front ball is shortened, and the miniaturization of the front ball diameter decided by the oblique light bundle outside a shaft is enabled.

[0028] (c) By having negative refractive power, the 1st lens group L1 took the configuration of a retro focus as a whole, and has secured the back focus long for the tooth space between color composition components, such as cross die clo prism.

[0029] (d) The refractive power of each group has been arranged appropriately, by considering the 1st lens group L1 as immobilization among zooming, the fluctuation accompanying the variable power of the incidence location of the oblique light bundle outside a shaft to the 1st lens group L1 was reduced, and the lens system with a fixed overall length is realized with simplification of a configuration.

[0030] (e) In the operation gestalten 1 and 2, arrange the positive lens of the 1st lens group L1 which has power strong against a screen side in a screen side compared with a liquid crystal panel side most, and the negative meniscus lens which turned the convex to the screen side which has the page [1st / at least] aspheric surface in the 2nd from a screen side, and reduction-ization of distortion in a wide angle edge is in drawing.

[0031] the negative meniscus lens which has the aspheric surface and turned the convex to the screen side in the operation gestalten 3 and 4 at the screen side -- the 1st lens group L1 -- it arranges to a screen side most, at least one aspheric lens is arranged in the 5th lens group L5, and reduction-ization of distortion in a wide angle edge is in drawing.

[0032] the negative meniscus lens which has the aspheric surface and turned the convex to the screen side in the operation gestalt 5 at the screen side -- the 1st lens group L1 -- it arranges to a screen side most, at least one positive lens and at least one negative lens are arranged in the 5th lens group, and reduction-ization of distortion in a wide angle edge is in drawing.

[0033] The focal distance of the whole system of a wide angle edge and a tele edge, respectively (f) fw, ft, The focal distance of the 1st lens group L1 The focal distance of f1 and the 2nd lens group L2 When the conjugation length by the side of a screen [in / focal distance / of f2 and the 3rd lens group L3 / for the focal distance of f4 and the 5th lens group L5 / in the focal distance of f3 and the 4th lens group L4 / f5 and a wide angle edge] (long conjugation side) is infinite distance When setting to tkw distance of the pupil and liquid crystal panel P which were seen from the ***** P side (short conjugation side) $|tkw/fw| > 4$ (1) ,

$0.8 < |f1/f2| < 2$ (2)

$0.5 < f2/\text{root}(fw \times ft) < 1.5$ (3)

The becoming conditional expression is satisfied.

[0034] (1) A formula is what was limited about the ratio of the distance of the pupil and liquid crystal panel P which were seen from the liquid crystal panel P side, and the focal distance of the wide angle edge of the whole system. In the range exceeding conditional expression, the location of a pupil is too close to liquid crystal panel P, and the include angle of the chief ray outside a shaft in a display image becomes large. Since whenever [to color composition components, such as cross die clo prism arranged between projector lens and liquid crystal panel P, / incident angle] differ greatly around liquid crystal panel P and color nonuniformity occurs on a screen, it is not good.

[0035] (2) A formula specifies appropriately the relation between the 2nd lens group L2 which is the main variable power group, and the 1st lens group L1. (2) It becomes [the front ball diameter decided by the 1st lens group L1 becomes large, and / the distortion aberration in a wide angle edge] large and is not suitable if it deviates from the lower limit of a formula. If it deviates from an upper limit, in order to, obtain a desired variable power ratio on the other hand, it is necessary to enlarge movement magnitude of the 2nd lens group L2, and the whole system enlarges and is not suitable.

[0036] (3) If a formula makes power of the main variable power group suitable and a lower limit is exceeded, the curvature of field of an undershirt generates and is not suitable for it. On the other hand, if

a upper limit is exceeded, in order to obtain a desired variable power ratio, it is necessary to enlarge movement magnitude of the 2nd lens group L2, and the whole system enlarges and is not suitable.

[0037] Moreover, in order to amend a curvature of field proper $0.9 < |f_1|/f_w < 2$ (4) ,

The becoming conditional expression is satisfied.

[0038] (4) Since the power of the 1st lens group L1 will become weak too much if a curvature of field becomes exaggerated and exceeds a upper limit, since the power of the 1st lens group L1 will become strong too much if it deviates from the lower limit of a formula, a curvature of field becomes an undershirt and is not desirable.

[0039] Moreover, when setting to M2 and M4 movement magnitude (difference of wide angle end position and a tele edge location) in zooming of the 2nd lens group L2 which sets to Z change β_{2w} accompanying the variable power of the scale factor of the 2nd lens group L2 which is the main variable power group, and turns into [w] a variable power group in Z2 and change f_t/f_w of the focal distance of the whole system, and the 4th lens group L4, respectively $0.9 < Z_2 / Z < 1.1$ (5) , $0.5 < M_2/M_4 < 1.9$ (6)

$0.5 < M_2/(f_t - f_w) < 1.5$ (7)

The becoming conditional expression is satisfied.

[0040] (5) A formula specifies appropriately the ratio of the variable power in the 2nd lens group L2 and the 4th lens group L4 used as a variable power group. In order to **** the 3rd lens group L3 on the occasion of variable power, it is desirable that it is in this range.

[0041] (6) and (7) types make suitable the die length of the whole lens, and movement magnitude of each variable power group. Since power tends to become [the direction of the 4th lens group L4] weak especially by the 2nd lens group L2 and the 4th lens group L4, for carrying out a suitable variable power assignment, this range is desirable.

[0042] Since power tends to become [the direction of the 4th lens group L4] weak by the 2nd lens group L2 and the 4th lens group L4 as mentioned above $0.15 < f_2/f_4 < 0.9$ (8)

The becoming conditional expression is satisfied.

[0043] (6) and (8) types are conditions required to set up the PETTSU bar sum suitably, making suitable power arrangement and variable power of the main variable power group.

[0044] Moreover, when setting a back focus to bf $0.3 < bf/f_5 < 0.6$ (9) ,

$0.9 < |f_1|/bf < 2.2$ (10)

The becoming conditional expression was satisfied and the pupil location and distortion which were seen from the liquid crystal panel P side of the whole system are set up suitably. In a back focus bf, it is the distance (air conversion length) from the 5th lens group L5 to liquid crystal panel P. Formulas (9) are conditions required in order to use the whole system as a tele cent rucksack appropriately. It will enlarge, if the upper limit of a formula (9) is exceeded, and if a lower limit is exceeded, distortion will occur. Formulas (10) are the conditions for lengthening distance to the pupil seen from the liquid crystal panel P side, and making it a tele cent rucksack, taking distortion appropriately.

[0045] Moreover, in order to make movement magnitude of each group suitable and to attain a miniaturization, making power arrangement of each group suitable $1.0 < |f_1|/\text{root}(f_w \times f_t) < 1.7$ (11) ,

$0.6 < |f_3|/\text{root}(f_w \times f_t) < 2.0$ (12)

$1.1 \text{ -- } < \text{ -- } f_4/\text{root}(f_w \times f_t) < 3.5$ (13)

$1.5 \text{ -- } < \text{ -- } f_5/\text{root}(f_w \times f_t) < 3.0$ (14)

The becoming conditional expression is satisfied.

[0046] Moreover, in order to also suppress the fluctuation, reducing the chromatic aberration of magnification in zooming, the Abbe number ν_3 constitutes the 3rd lens group L3 from a negative lens of the following range.

[0047]

$\nu_3 > 35$ (15)

A formula (15) is $\nu_3 > 40$ (15a)

It comes out and a certain thing is desirable.

[0048] Moreover, in order to make small the high order chromatic aberration of magnification, average

Abbe number n_{uln} of the negative lens which constitutes the 1st lens group L1 has satisfied the following conditional expression.

[0049]

$n_{uln} > 55$ (16)

In order to amend distortion aberration good, the 5th lens group L5 has satisfied the following conditional expression while constituting it from one positive lens.

[0050]

[External Character 2]

$$1 < \left| \frac{R5r}{R5f} \right| \quad (17)$$

Here Radius-of-curvature $R5r$ of the lens side by the side of the screen of the $R5f$:lens [5th] group: In order to amend the radius of curvature and distortion aberration of a lens side by the side of the display image of the 5th lens group good, the following conditional expression is satisfied.

[0051]

$0.15 < SF5 < 1.5$ (18)

It is here. $SF5 = (R5r + R5f) / (R5r - R5f)$

[0052] Although the zoom lens of the operation gestalten 1-5 has satisfied all (1) - (18) types explained here, it is not necessarily having to satisfy all conditional expression simultaneously. Since the effectiveness by the monograph affair type is acquired separately, respectively, all the combination of (1) - (18) type can be taken with the specification of a zoom lens.

[0053] (g) Although it is easiest constitutionally to carry out by the 1st lens group L1, focus doubling to finite distance may move the 3rd lens group L3, the 5th lens group L5, or two or more groups with different movement magnitude, and may be performed. Moreover, the whole zoom lens may be moved in one, or you may carry out by moving liquid crystal panel P.

[0054] By constituting, as shown in the operation gestalten 1-5, with a simple configuration, the f number is as bright as about 1.8, and the small tele cent rucksack zoom lens which suppressed distortion and the outbreak of the chromatic aberration of magnification few can be realized. High definition image projection can be performed by using such a zoom lens for the projector lens of amplification projection projection equipment. Moreover, since distortion aberration was made very small throughout the variable power region, also when performing superposition projection using two or more liquid crystal projectors, generating of pixel gap can be made very small and a bright projection image with a high definition is acquired.

[0055] A numerical example is shown below. In each numerical example, a refractive index [in / n_i / the radius of curvature of the i-th field and d_i , and / in n_i / d line of a screen side to the i-th optical member] and n_{ui} are the Abbe numbers of the i-th optical member from a screen side. [side / screen] [spacing of a screen side to the i-th field and the field of eye watch (i+1)]

[0056] Moreover, the aspheric surface can be expressed with the following formulas.

[0057]

[External Character 3]

$$x = \frac{y^2/r}{1 + (1 - (1+k) \cdot (y/r)^2)^{1/2}} + By^4 + Cy^6 + Dy^8 + Ey^{10}$$

It is here and, for the displacement value to the direction of an optical axis, and y, the distance from an optical axis and r are [x / a cone constant and B-E of paraxial radius of curvature and k] aspheric surface multipliers from lens top-most vertices.

[0058] Drawing 6 -8 are many aberration drawings in the wide angle edge of the zoom lens of the numerical example 1 (operation gestalt 1), a medium focal distance, and a tele edge, respectively.

Drawing 9 -11 are many aberration drawings in the wide angle edge of the zoom lens of the numerical example 2 (operation gestalt 2), a medium focal distance, and a tele edge, respectively. Drawing 12 -14 are many aberration drawings in the wide angle edge of the zoom lens of the numerical example 3 (operation gestalt 3), a medium focal distance, and a tele edge, respectively. Drawing 15 -17 are many

aberration drawings in the wide angle edge of the zoom lens of the numerical example 4 (operation gestalt 4), a medium focal distance, and a tele edge, respectively. Drawing 18 -20 are many aberration drawings in the wide angle edge of the zoom lens of the numerical example 5 (operation gestalt 5), a medium focal distance, and a tele edge, respectively.

[0059] Moreover, the numeric value of conditional-expression [of each operation gestalt] (1) - (18) is shown in a table -1.

[0060]

[External Character 4]

数値実施例 1

f=53.73950~69.82		F _{No} =1:1.8~2.2		2ω=23.5° ~18.4°	
r 1= 103.418	d 1= 7.70	n 1= 1.66672	ν 1= 48.3		
r 2= 618.272	d 2= 0.20				
*r 3= 127.652	d 3= 3.30	n 2= 1.49171	ν 2= 57.4		
r 4= 34.874	d 4= 20.85				
r 5= -60.242	d 5= 2.60	n 3= 1.51633	ν 3= 64.1		
r 6= 60.241	d 6= 2.65				
r 7= 67.226	d 7= 5.65	n 4= 1.83400	ν 4= 37.2		
r 8= 317.496	d 8= 可変				
r 9= 119.270	d 9= 5.40	n 5= 1.78590	ν 5= 44.2		
r10= -182.799	d10= 9.05				
r11= 111.009	d11= 8.45	n 6= 1.78590	ν 6= 44.2		
r12= -44.894	d12= 1.80	n 7= 1.84666	ν 7= 23.8		
r13= (絞り)	d13= 可変				
r14= -63.074	d14= 1.70	n 8= 1.51633	ν 8= 64.1		
r15= 80.273	d15= 可変				
r16= 6902.827	d16= 2.30	n 9= 1.51742	ν 9= 52.4		
r17= 145.483	d17= 4.40				
r18= -522.549	d18= 14.50	n10= 1.72000	ν10= 50.2		
r19= -31.435	d19= 2.60	n11= 1.80518	ν11= 25.4		
r20= -59.588	d20= 0.20				
r21= -2252.485	d21= 3.30	n12= 1.71300	ν12= 53.9		
r22= -232.559	d22= 可変				
r23= 92.284	d23= 9.25	n13= 1.71300	ν13= 53.9		
r24= -513.828	d24= 9.80				
r25= ∞	d25= 45.00	n14= 1.51633	ν14= 64.1		
r26= ∞					

*は非球面を表す

焦点距離 可変間隔	53.74	62.62	69.82
d 8	15.94	6.71	1.10
d 13	15.53	18.50	21.87
d 16	11.17	7.81	4.96
d 22	4.04	13.66	18.76

第3面非球面係数

no r k B C D E
3 1.27652D+02 1.95682D+00 5.50527D-07 -1.98030D-09 -3.81162D-13 -1.30831D-16

[0061]

[External Character 5]

数値実施例2

f=48.33096~62.80		F _{no} =1:1.8~2.2		2ω=25.6° ~20.3°	
r 1= 169.545	d 1= 6.12	n 1= 1.65844	ν 1= 50.9		
r 2= 983.297	d 2= 0.20				
*r 3= 109.080	d 3= 3.50	n 2= 1.49171	ν 2= 57.4		
r 4= 38.214	d 4= 22.10				
r 5= -70.615	d 5= 2.28	n 3= 1.51633	ν 3= 64.1		
r 6= 62.765	d 6= 6.60				
r 7= 84.403	d 7= 5.35	n 4= 1.83400	ν 4= 37.2		
r 8= 326.297	d 8= 可変				
r 9= 117.649	d 9= 6.12	n 5= 1.80610	ν 5= 40.9		
r10= -274.284	d10= 19.27				
r11= 98.735	d11= 7.36	n 6= 1.77250	ν 6= 49.6		
r12= -55.314	d12= 1.80	n 7= 1.84665	ν 7= 23.8		
r13= (絞り)	d13= 可変				
r14= -60.028	d14= 1.70	n 8= 1.51742	ν 8= 52.4		
r15= 77.807	d15= 可変				
r16= 333.489	d16= 2.30	n 9= 1.64769	ν 9= 33.8		
r17= 130.991	d17= 5.05				
r18= -373.610	d18= 11.60	n10= 1.72000	ν 10= 50.2		
r19= -35.135	d19= 2.60	n11= 1.80518	ν 11= 25.4		
r20= -68.550	d20= 0.20				
r21= -3923.400	d21= 4.99	n12= 1.71300	ν 12= 53.9		
r22= -143.857	d22= 可変				
r23= 93.531	d23= 9.71	n13= 1.65844	ν 13= 50.9		
r24= -295.472	d24= 9.90				
r25= ∞	d25= 45.00	n14= 1.51633	ν 14= 64.1		
r26= ∞					

*は非球面を表す

可変間隔	焦点距離		
	48.33	56.32	62.80
d 8	16.36	6.75	0.90
d 13	16.92	20.34	24.34
d 15	10.12	4.47	4.47
d 22	1.98	15.67	15.67

第3面非球面係数

no	r	k	B	C	D	E
3	1.09090D+02	-3.58888D-01	4.92328D-07	-1.48369D-09	-1.05396D-12	-5.12720D-16

[0062]

[External Character 6]

数値実施例3

		f=48.50796~62.24		F _ω =1:1.8~2.2		2ω=26.1° ~20.9°	
*r 1=	63.479	d 1=	4.00	n 1=	1.49171	ν 1=	57.4
r 2=	35.542	d 2=	23.71				
r 3=	-151.084	d 3=	3.00	n 2=	1.51633	ν 2=	64.1
r 4=	56.459	d 4=	1.77				
r 5=	55.368	d 5=	5.45	n 3=	1.80518	ν 3=	25.4
r 6=	83.102	d 6=	可変				
r 7=	81.105	d 7=	8.31	n 4=	1.78590	ν 4=	44.2
r 8=	-453.504	d 8=	27.49				
r 9=	62.681	d 9=	9.26	n 5=	1.83400	ν 5=	37.2
r10=	-42.913	d10=	1.80	n 6=	1.84666	ν 6=	23.8
r11=	(絞り)	d11=	可変				
r12=	-145.887	d12=	1.70	n 7=	1.58144	ν 7=	40.8
r13=	57.174	d13=	可変				
r14=	-44.352	d14=	2.00	n 8=	1.67270	ν 8=	32.1
r15=	199.293	d15=	0.42				
r16=	270.110	d16=	9.84	n 9=	1.77250	ν 9=	49.6
r17=	-51.072	d17=	5.18				
r18=	-36.882	d18=	2.60	n10=	1.68893	ν 10=	31.1
r19=	-45.325	d19=	3.64				
r20=	433.887	d20=	9.16	n11=	1.68680	ν 11=	55.5
r21=	-91.944	d21=	可変				
r22=	90.785	d22=	10.49	n12=	1.49171	ν 12=	57.4
*r23=	-232.974	d23=	14.00				
r24=	∞	d24=	45.00	n13=	1.51633	ν 13=	64.2
r25=	∞						

*は非球面を表す

焦点距離 可変間隔	48.33	56.32	62.80
d 6	17.88	10.00	2.15
d 11	2.23	3.80	6.56
d 13	17.76	14.48	9.51
d 21	1.21	10.77	20.84

第1面非球面係数

r	k	B	C	D	E
6.34789D+01	6.50264D-05	6.06193D-07	7.46806D-11	7.71536D-14	-1.12405D-17

第23面非球面係数

r	k	B	C	D	E
-2.32974D+02	-1.28036D-02	5.09749D-07	5.33821D-10	-6.16053D-13	4.24068D-16

[0063]

[External Character 7]

数値実施例 4

f=48.78185~62.06		F _w =1:1.8~2.2		2ω=26° ~21°	
*r 1= 61.252	d 1= 4.00	n 1= 1.49171	ν 1= 57.4		
r 2= 34.575	d 2= 22.87				
r 3= -127.810	d 3= 3.00	n 2= 1.48749	ν 2= 70.2		
r 4= 53.342	d 4= 1.65				
r 5= 52.537	d 5= 6.04	n 3= 1.83400	ν 3= 37.2		
r 6= 81.758	d 6= 可変				
r 7= 86.283	d 7= 7.54	n 4= 1.83400	ν 4= 37.2		
r 8= -404.187	d 8= 26.17				
r 9= 60.941	d 9= 9.46	n 5= 1.80610	ν 5= 40.9		
r10= -43.186	d10= 1.80	n 6= 1.84666	ν 6= 23.8		
r11= (絞り) d11= 可変					
r12= -172.102	d12= 1.70	n 7= 1.54814	ν 7= 45.8		
r13= 52.712	d13= 可変				
r14= -52.506	d14= 2.00	n 8= 1.68893	ν 8= 31.1		
r15= 168.703	d15= 0.91				
r16= 526.957	d16= 8.05	n 9= 1.77250	ν 9= 49.6		
r17= -51.881	d17= 4.66				
r18= -37.857	d18= 2.60	n10= 1.83400	ν10= 37.2		
r19= -50.152	d19= 3.64				
r20= 4099.926	d20= 9.15	n11= 1.71300	ν11= 53.9		
r21= -75.640	d21= 可変				
r22= 91.320	d22= 11.82	n12= 1.49171	ν12= 57.4		
*r23= -143.898	d23= 14.00				
r24= ∞	d24= 45.00	n13= 1.51633	ν13= 64.2		
r25= ∞					

*は非球面を表す

焦点距離	48.78	54.61	62.06
可変間隔			
d 6	21.99	14.37	6.75
d 11	2.12	4.23	7.38
d 13	17.35	13.94	9.03
d 21	1.17	10.09	19.48

第1面非球面係数

r k B C D E
 6.12524D+01 3.40009D-03 -1.10565D-07 -1.19816D-09 6.56438D-13 -2.53493D-16

第23面非球面係数

r k B C D E
 -1.43898D+02 7.00591D-01 1.16770D-06 3.88787D-09 -2.88980D-12 1.67835D-15

[0064]

[External Character 8]

数値実施例5

f=48.89578~62.08		F _{no} =1:1.8~2.2		2ω=26° ~21°	
*r 1= 62.550	d 1= 4.00	n 1= 1.49171	ν 1= 57.4		
r 2= 35.217	d 2= 22.73				
r 3= -122.784	d 3= 3.00	n 2= 1.48749	ν 2= 70.2		
r 4= 54.290	d 4= 3.60				
r 5= 56.965	d 5= 5.96	n 3= 1.83400	ν 3= 37.2		
r 6= 93.368	d 6= 可変				
r 7= 85.419	d 7= 8.33	n 4= 1.83400	ν 4= 37.2		
r 8= -307.193	d 8= 27.84				
r 9= 61.278	d 9= 9.31	n 5= 1.78580	ν 5= 44.2		
r10= -45.703	d10= 1.80	n 6= 1.84666	ν 6= 23.8		
r11= (絞り)	d11= 可変				
r12= -114.40262	d12= 1.70	n 7= 1.54814	ν 7= 45.8		
r13= 658	d13= 可変				
r14= -3420.867	d14= 2.00	n 8= 1.78472	ν 8= 25.7		
r15= 117.477	d15= 2.72				
r16= -326.926	d16= 4.87	n 9= 1.77250	ν 9= 49.6		
r17= -68.374	d17= 6.60				
r18= -34.700	d18= 2.60	n10= 1.83400	ν10= 37.2		
r19= -45.602	d19= 3.64				
r20= -237.548	d20= 8.58	n11= 1.69680	ν11= 55.5		
r21= -58.940	d21= 可変				
r22= 112.818	d22= 12.56	n12= 1.69680	ν12= 55.5		
r23= -113.901	d23= 1.51				
r24= -112.534	d24= 3.00	n13= 1.59551	ν13= 39.2		
r25= -183.806	d25= 14.00				
r26= ∞	d26= 45.00	n14= 1.51633	ν14= 64.2		
r27= ∞					

*は非球面を表す

焦点距離 可変間隔	48.896	54.707	62.080
d 6	19.25	12.08	4.90
d 11	5.07	7.87	11.64
d 19	11.89	9.39	5.47
d 21	1.17	8.04	15.36

第1面非球面係数

no	r	k	B	C	D	E
3	6.25503D+01	3.42175D-03	5.05186D-07	-6.17842D-10	4.77369D-13	-1.94075D-16

[0065]

[A table 1]

表-1

条件式	実施形態1	実施形態2	実施形態3	実施形態4	実施形態5
(1)	7.576	7.699	6.139	6.104	6.092
(2)	1.595	1.359	1.356	1.391	1.365
(3)	0.902	1.057	0.932	0.938	0.979
(4)	1.640	1.638	1.431	1.471	1.506
(5)	0.983	0.980	1.007	0.995	0.977
(6)	1.008	1.129	0.800	0.893	1.011
(7)	0.923	1.068	1.144	1.147	1.088
(8)	0.529	0.577	0.425	0.338	0.379
(9)	0.468	0.473	0.409	0.475	0.502
(10)	1.707	1.535	1.264	1.308	1.452
(11)	1.439	1.437	1.263	1.305	1.337
(12)	1.112	1.183	1.282	1.334	1.174
(13)	1.705	1.833	2.193	2.774	2.585
(14)	1.803	1.978	2.444	2.100	1.834
(15)	64.14	52.43	40.75	45.79	45.79
(16)	60.77	60.77	60.77	63.82	63.82
(17)	5.568	3.159	2.567	1.576	
(18)	0.695	0.519	0.439	0.224	

[0066]

[Effect of the Invention] Long moreover, a back focus can realize a small zoom lens by the tele cent rucksack to a small conjugation side, obtaining good optical-character ability according to this invention, as explained above.

[Translation done.]

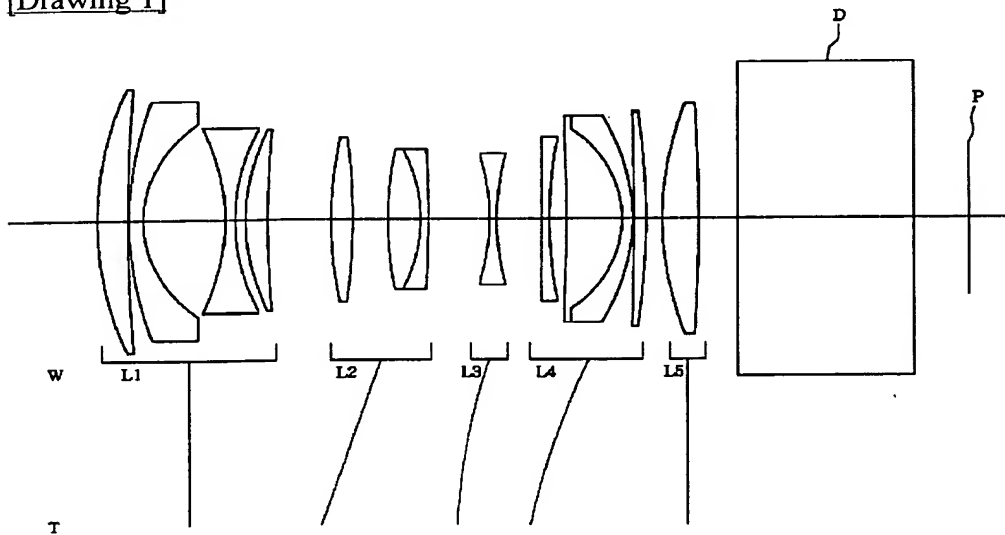
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

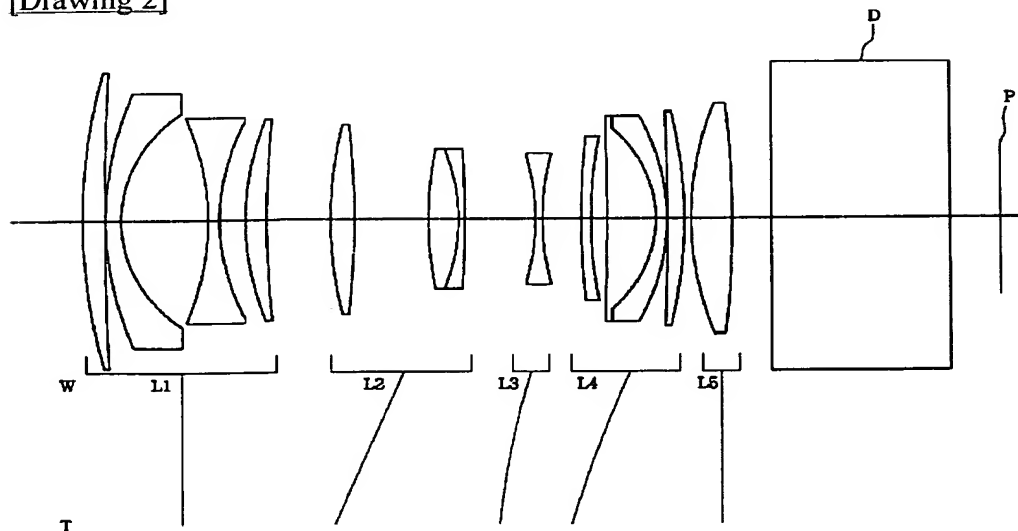
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

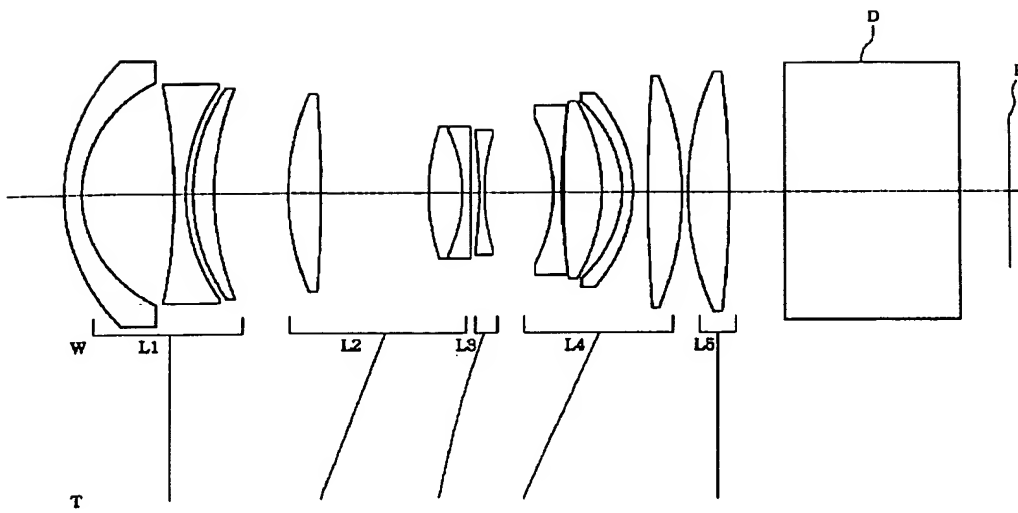
[Drawing 1]



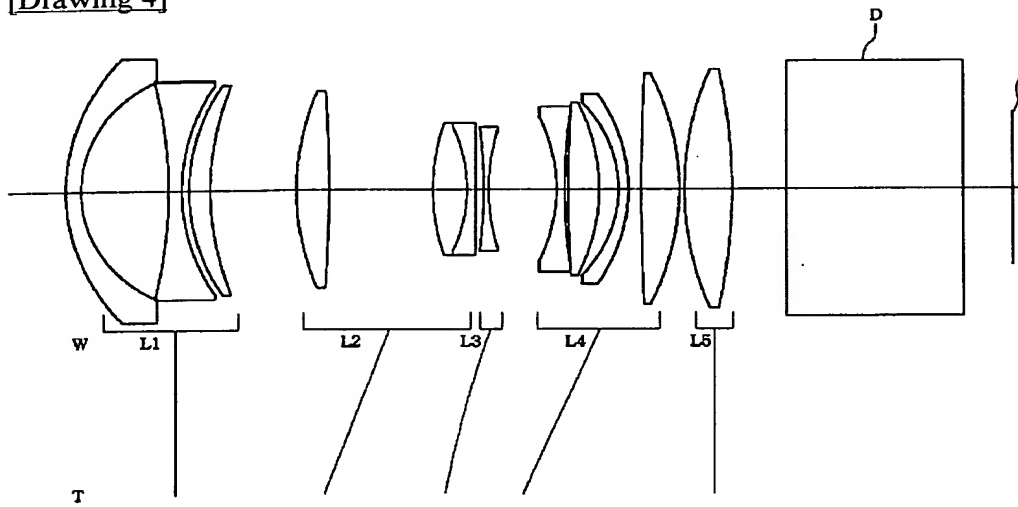
[Drawing 2]



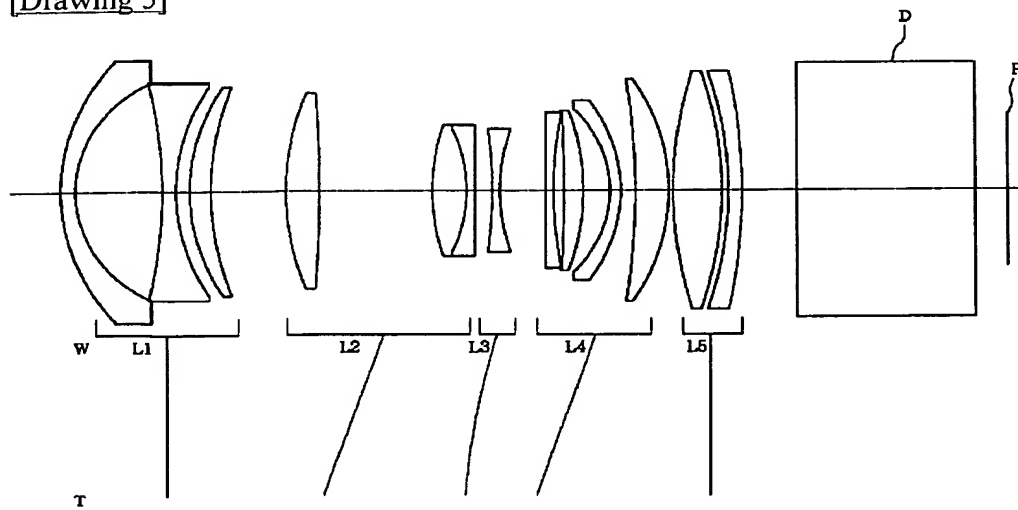
[Drawing 3]



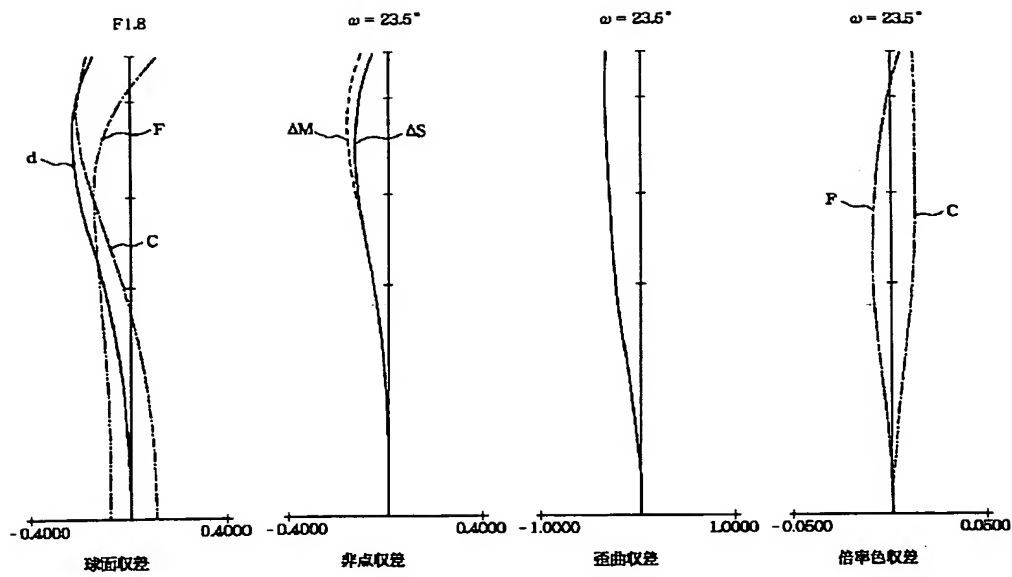
[Drawing 4]



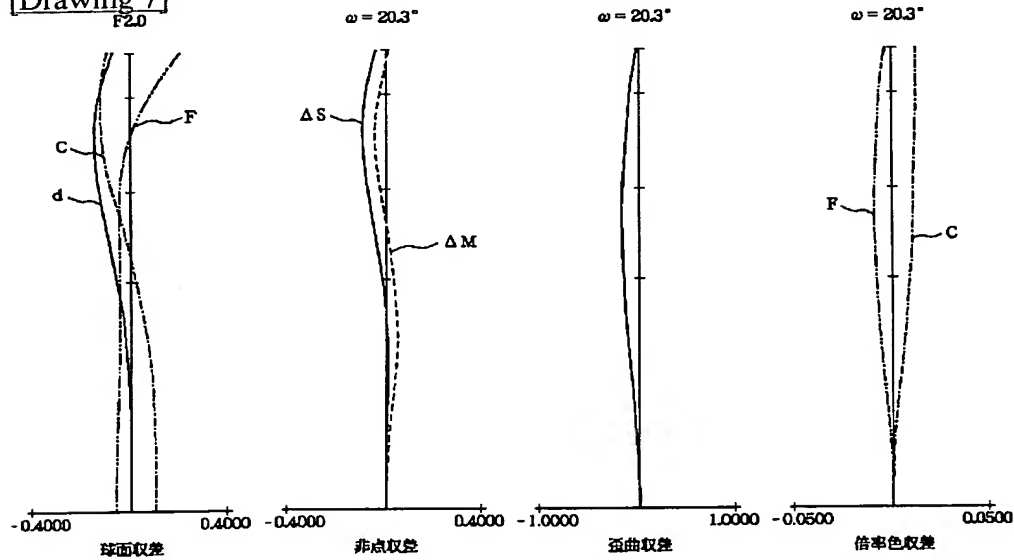
[Drawing 5]



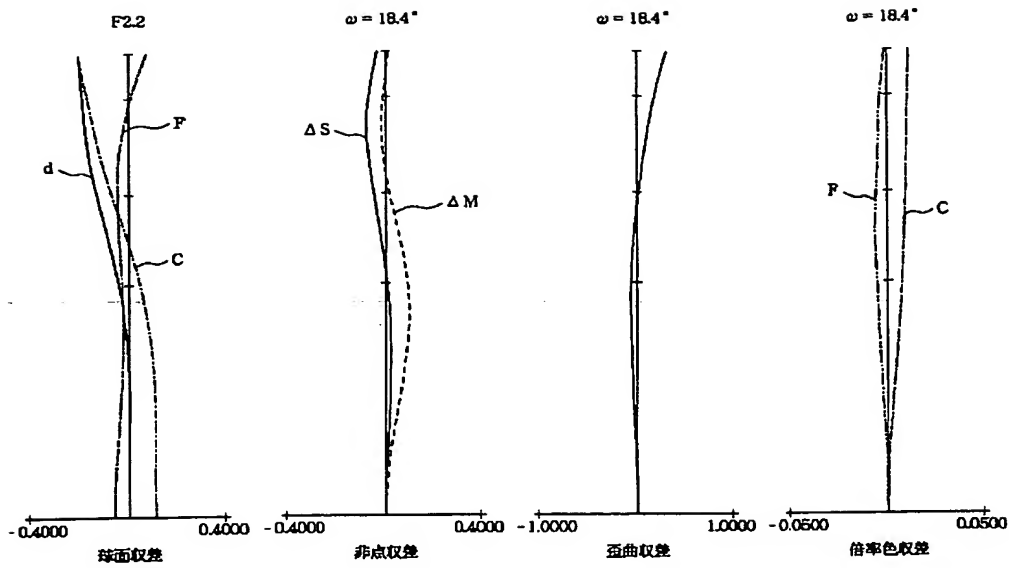
[Drawing 6]



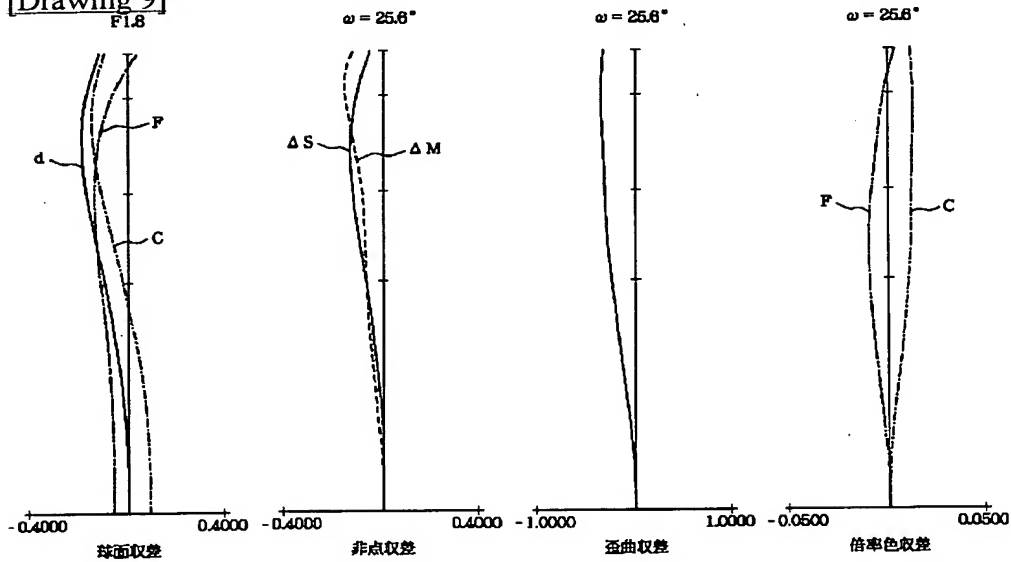
[Drawing 7]



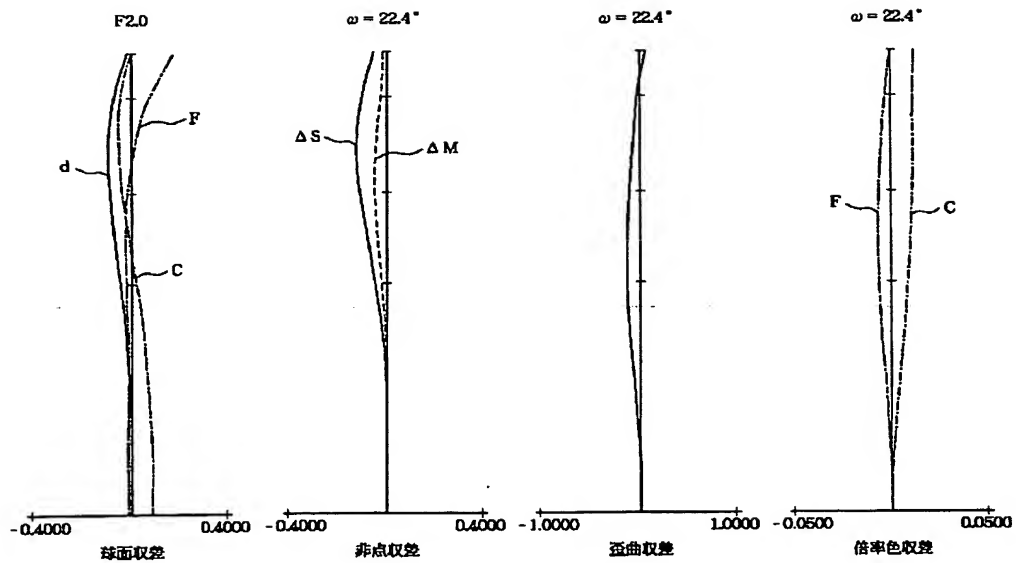
[Drawing 8]



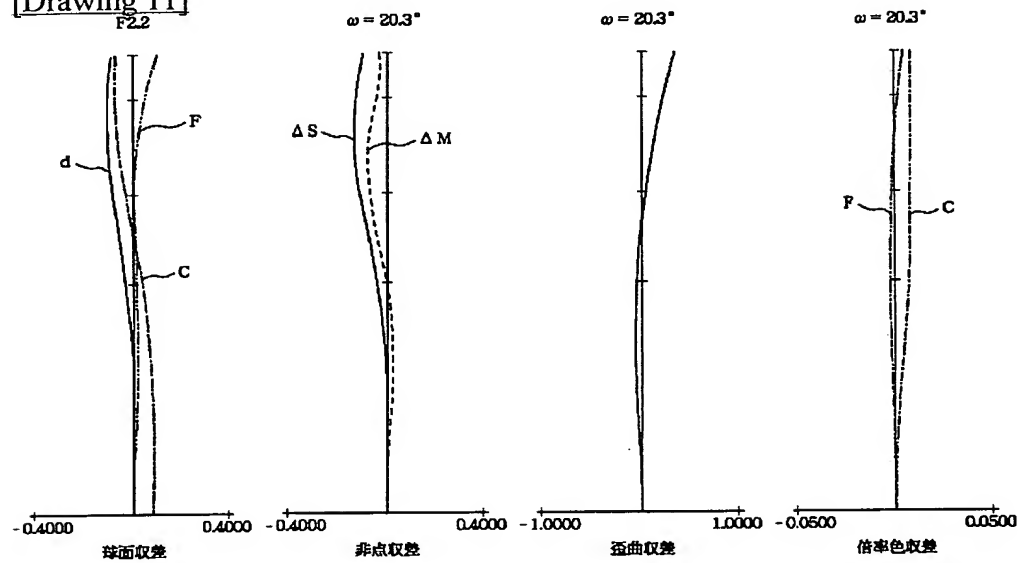
[Drawing 9]



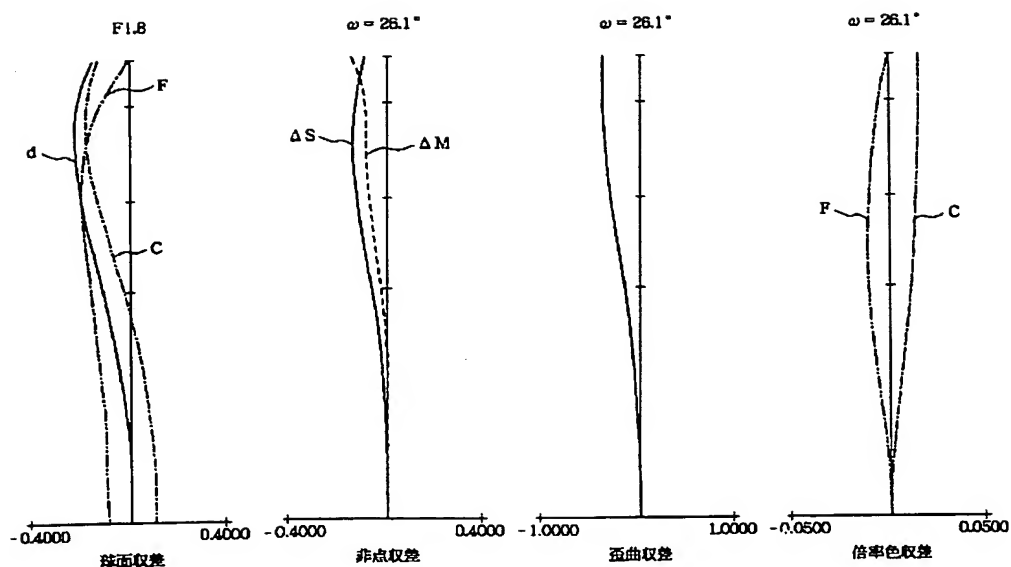
[Drawing 10]



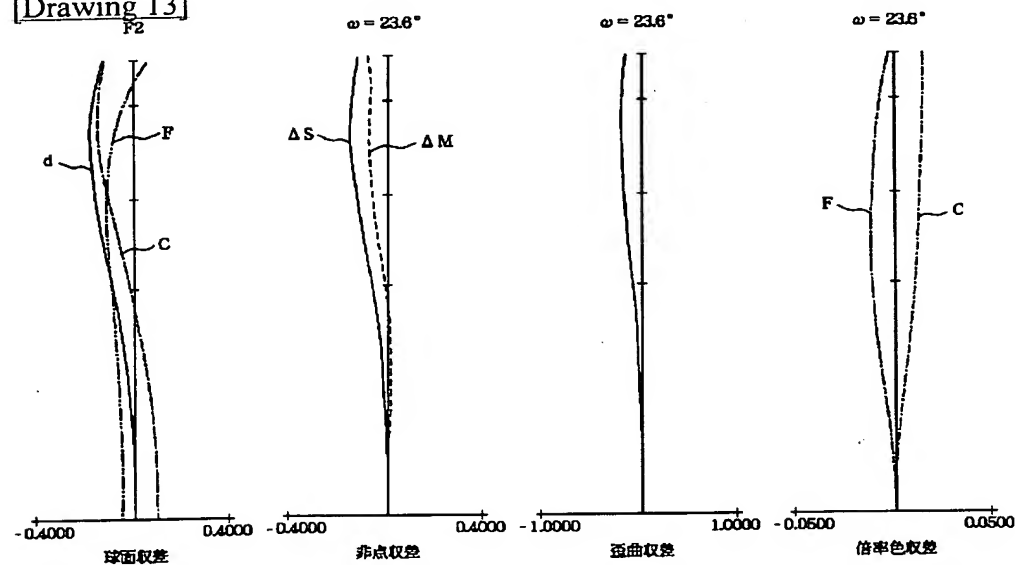
[Drawing 11]



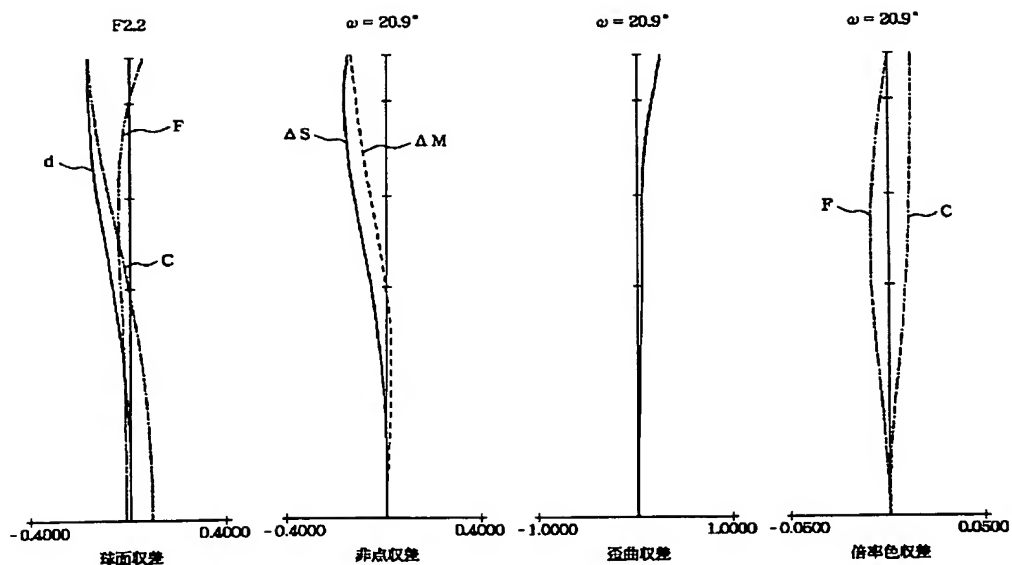
[Drawing 12]



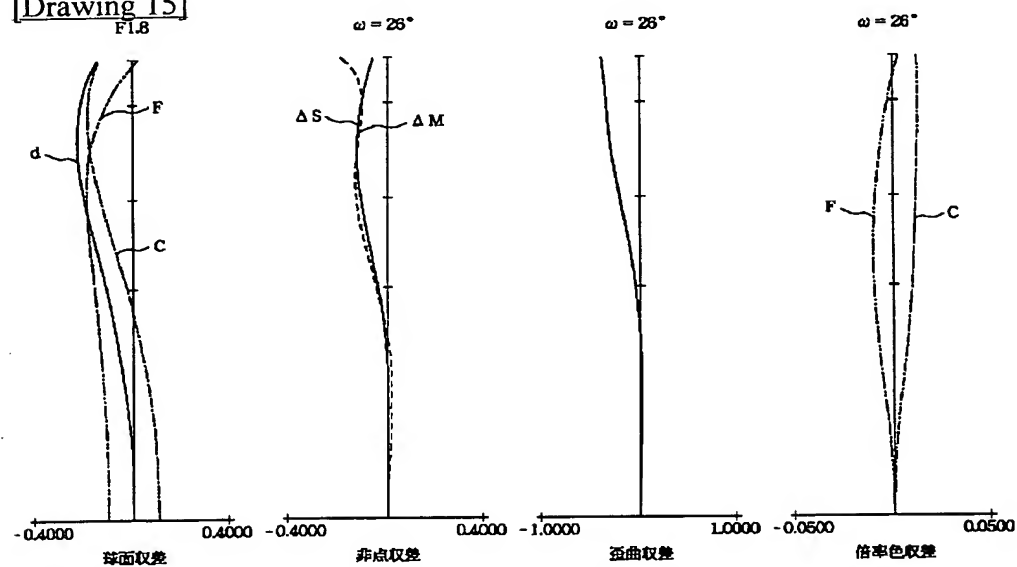
[Drawing 13]



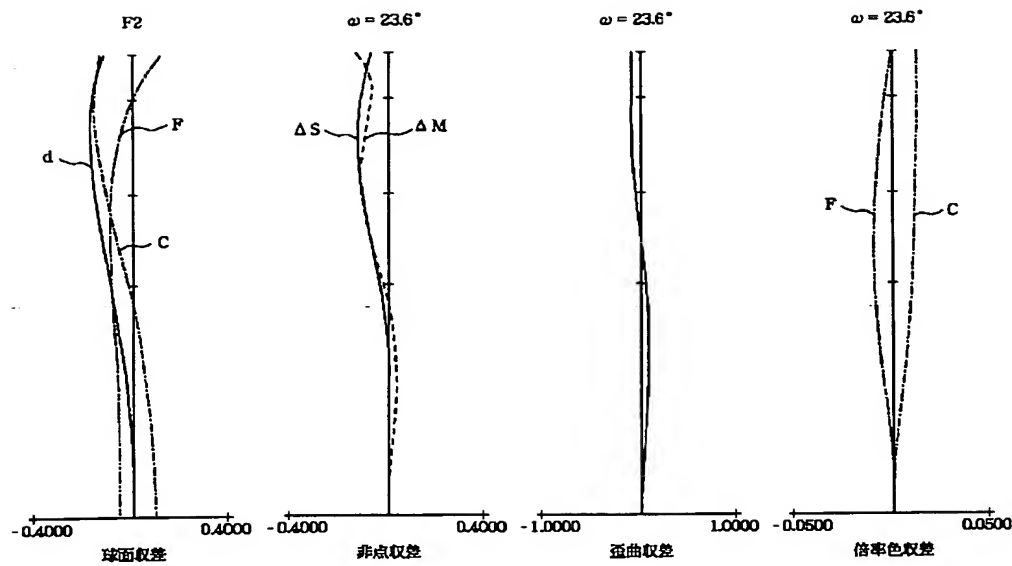
[Drawing 14]



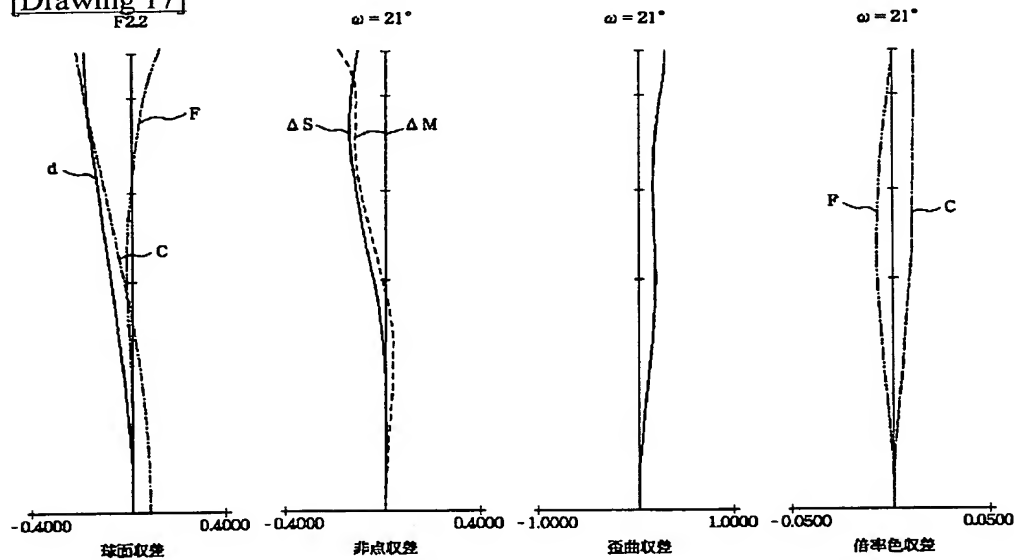
[Drawing 15]



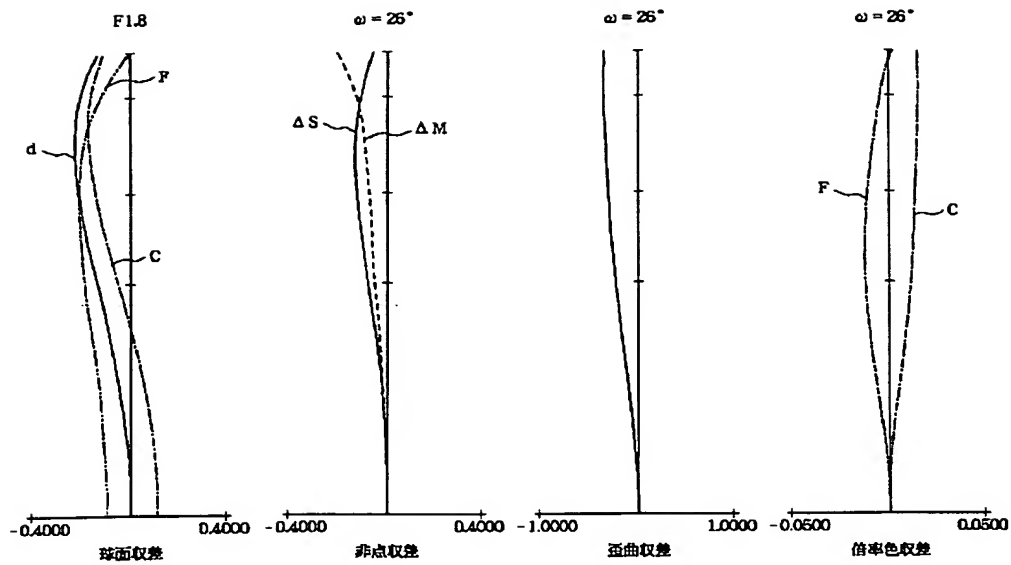
[Drawing 16]



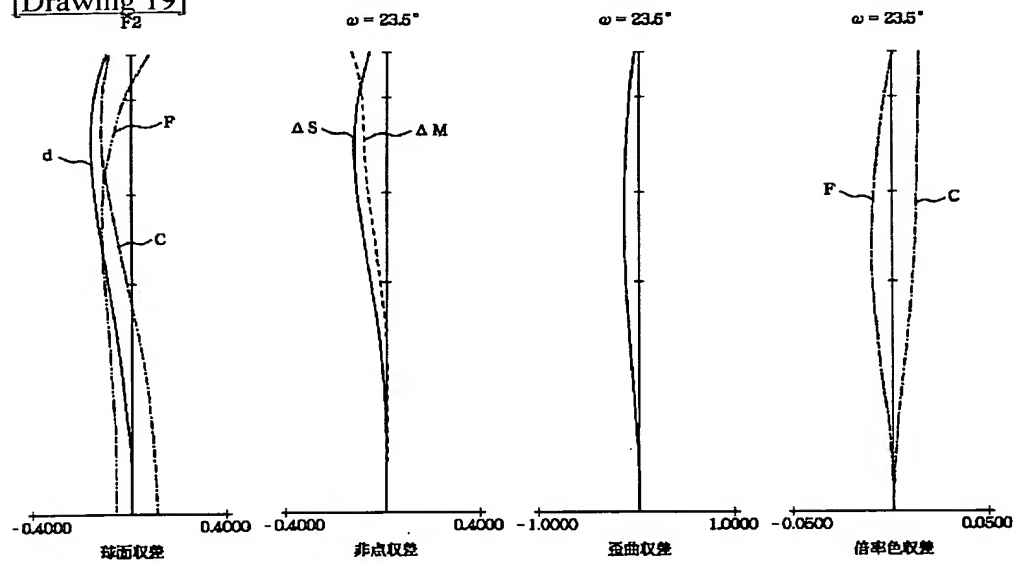
[Drawing 17]



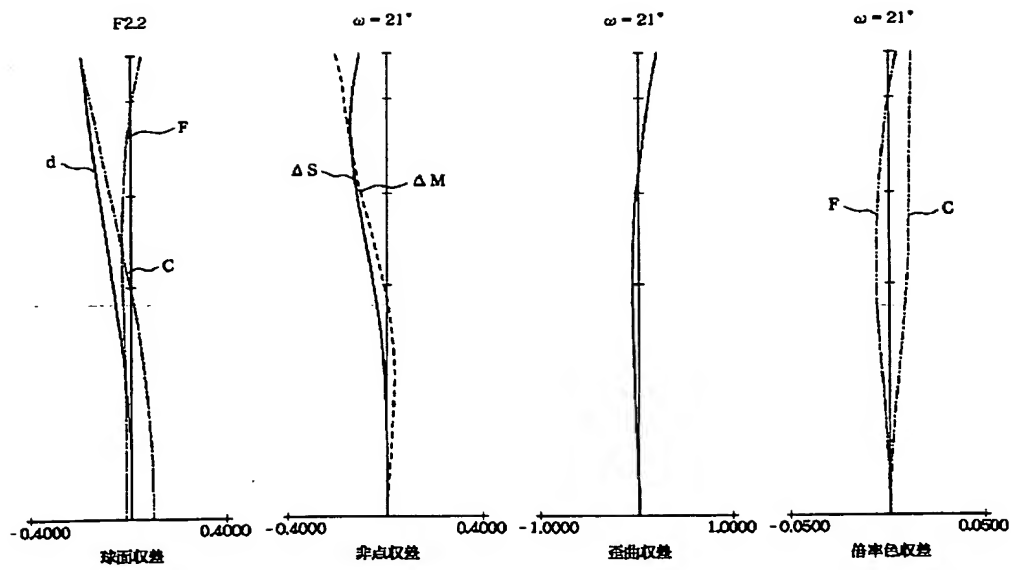
[Drawing 18]



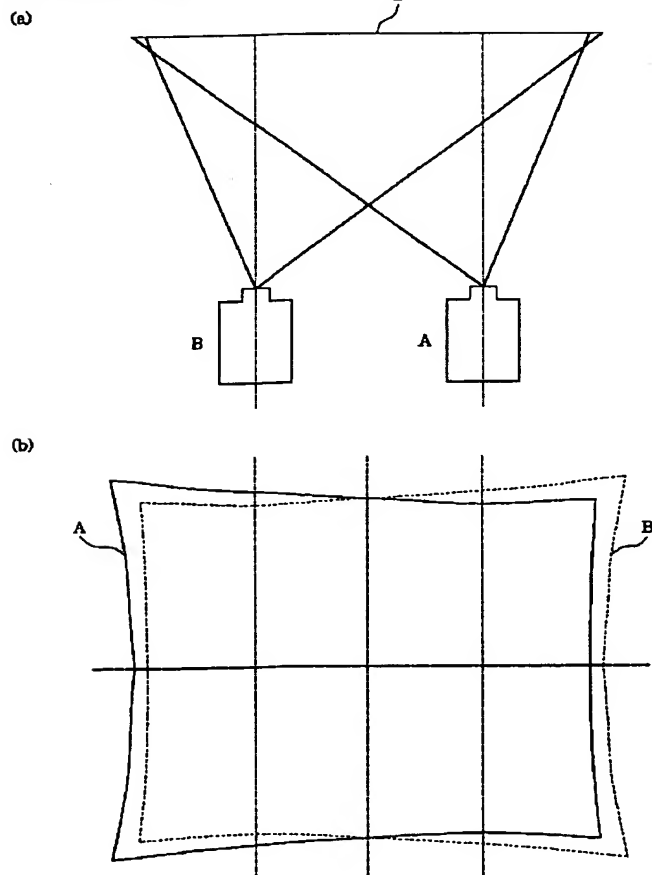
[Drawing 19]



[Drawing 20]



[Drawing 21]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.